

Государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

ISSN 2227–9407

*Нижегородский государственный
инженерно-экономический институт*

ВЕСТНИК НГИЭИ

Научный журнал
Издается с ноября 2010 года

№ 4 (23)

Апрель
2013 г.

СЕРИЯ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Серия основана в ноябре 2010
Выходит один раз в два месяца

Редакционный совет:

А. Е. Шамин, д. э. н., проф.
(главный редактор),
Н. В. Проваленова, к. э. н., доц.
(зам. главного редактора),
С. А. Суслов, к. э. н., доц.
(ответственный редактор),
А. В. Мартьянчев, к. с.-х. н.,
А. С. Серебряков, д. т. н., проф.,
Н. В. Оболенский, д. т. н., проф.,
Н. Н. Кучин, д. с.-х. н., проф.,
В. Л. Осокин, к. т. н.,
Е. В. Королев, к. т. н., доц.,
Н. А. Лиманская, к. т. н., доц.,
С. Ю. Булатов, к. т. н.

Корректор:
Т. А. Быстрова

Компьютерная верстка:
С. Н. Завиваев,
Е. Е. Борисова
А. С. Верина

СОДЕРЖАНИЕ

БОРИСОВА Е. Е. Влияние предшественника на показатели плодородия светло-серых лесных почв	3
ВАСИЛЬЕВ А. А., ВАРАКИН А. Г., ГОРИН А. Н. Анализ внесения жидких мелиорантов	17
ВАСИЛЬЕВ А. А., ВАРАКИН А. Г., ГОРИН А. Н., ИЛЬИЧЕВ В. В. Пусковое устройство	25
ГЕРАСИМОВ Е. Ю., ДЁМИНА М. А., ЗАВИВАЕВ С. Н., КУЧИН Н. Н. Изменение химического состава и питательности кукурузы в заключительные периоды развития	32
ГЕРАСИМОВ Е. Ю., ДЁМИНА М. А., КУЧИН Н. Н. Изменение продуктивности посевов кукурузы на разных стадиях спелости зерна	40
ГОЕВА В. В., ГРИШИН Н. Е., КОЧЕНОВ В. А. Зависимость предельного износа и ресурса деталей от формирования ДВС	48

<p>Адрес редакции, издателя, типографии: 606340, Россия, Нижегородская область, город Княгинино, улица Октябрьская, дом 22 а</p> <p>Сайт http: // www.ngiei.ru</p> <p>Е-mail: provalenova@ngiei.ru nccsmail4@mail.ru</p> <p>Журнал зарегистрирован Управлением Федеральной службы по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций Нижегород- ской области. Регистраци- онное свидетельство ПИ № ТУ 52-0565 от 23.12.2011</p> <p>Подписано в печать</p> <p>по графику 16.00 фактически 15.00</p> <p>Формат 60x90, 1/16</p> <p>Усл. печ. л.. Уч.-изд. л.. Тираж экз. Заказ</p> <p>Цена свободная</p> <p>© Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, 2013</p>	<p>ЕРЕМИНА Н. А., ИВАНОВА Ю. Д., САЛОВА Ю. Г. Проблемы формирования центра композиции (на примере авторской коллекции) 64</p> <p>КОСОЛАПОВ В. В., СКОРОХОДОВ А. Н. Выбор и обоснование геометрических параметров прикатывающего бороздообразующего колеса 73</p> <p>МАРТЬЯНЫЧЕВ А. В. Фитоэкстракция как способ фиторемедиации почв сельскохозяйственного назначения 87</p> <p>МИРОНОВ Е. Б. Результаты исследования модернизированного индукционного нагревателя 95</p> <p>РУКАВИШНИКОВА В. Н. Влияние глиняного наполнителя на скорость полимеризации бутилметакрилата 103</p> <p>РЫБАКОВА Г. В. Самый интеллектуальный элемент 109</p> <p>СИЗОВА Ю. В. Функционально-метаболическое значение углеводов в кормлении коров 115</p> <p>ТАРЕЕВА О. А. Анализ способов оптимизации работы доильных установок типа «Карусель» 122</p> <p>ШУВАРИН М. В. Качество доения как один из факторов, влияющих на молочную продуктивность коров 131</p>
--	---

ВЛИЯНИЕ ПРЕДШЕСТВЕННИКА НА ПОКАЗАТЕЛИ ПЛОДОРОДИЯ СВЕТЛО-СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ

Ключевые слова: гумус, пищевой режим, плодородие, предшественники, светло-серые лесные почвы, сидераты, яровая пшеница.

Аннотация. В современных условиях путем повышения урожайности яровой пшеницы и сокращения затрат на производство ее зерна является правильный подбор предшественника и научно обоснованное ее размещение в севообороте. Предшественник может оказывать значительное воздействие на плодородие почвы и урожайность яровой пшеницы, тем более когда под него используются зеленые удобрения.

Содержание гумуса в почве является одним из важнейших показателей её плодородия, а динамика органического вещества и составляющих его частей в конкретном регионе зависят от системы земледелия [7, с. 153; 8, с. 70]. А. М. Лыков [9, с. 21; 10, с. 250] считает гумус основой плодородия почвы и само ее возникновение представляет, прежде всего, как взаимодействие органического вещества с бесплодной минеральной породой. Известно, что гумус играет важную роль в питательном режиме почв, при его минерализации высвобождается значительная часть необходимого для растений азота, фосфора, серы и других макро-и микроэлементов [12, с. 59–62]. Роль гумуса в почвенном плодородии многообразна. Было установлено, что более гумусированная почва обладает лучшими физико-механическими и технологическими свойствами. Она имеет более широкий интервал физической спелости, содержит большое количество водопрочных агрегатов [2, с. 27–28]. В органическом веществе почвы присутствует основная часть азота. Органическое вещество обеспечивает создание оптимальных параметров воздушно-теплового, пищевого, водного и санитарного режимов почвы и сохраняет ее как средство производства в земледелии и как важнейший элемент биосферы. Повышение или даже поддержание на одном уровне баланса содержания гумуса имеет большое значение в продуктивности светло-серых малоплодородных почв

[3, с. 20; 4, с. 13–18]. С. А. Воробьев [1, с. 90] считал, что в Нечерноземной зоне самое большое количество растительных остатков дают многолетние травы и после них накапливается в почве гумус.

Во многих исследованиях отмечается, что одни минеральные удобрения не обеспечивают воспроизводство гумуса почв до установления его бездефицитного баланса, и поэтому не происходит улучшения водно-физических и биологических свойств почвы, поэтому при недостатке органических удобрений эффективно введение в севообороты многолетних трав [2, с. 27–28; 6, с. 56–58].

По мнению ряда исследователей, сидерация способствует существенному повышению гумуса в почве [9, с. 21; 10, с. 250]. Однако есть исследования, согласно которым зеленые удобрения позволяют лишь поддерживать запасы гумуса на определенном уровне и не увеличивают их.

Как показали исследования Ю. А. Малышевой [11, с. 10], на светло-серых лесных почвах Нижегородской области использование на удобрение основного урожая клевера лугового способствовало достоверному повышению содержания гумуса под озимыми, идущими по сидеральному пару. То же отмечалось в исследованиях А. Ю. Лисиной [6, с. 56–58] на этих почвах.

Полевые опыты проводили в 2006–2010 гг на опытном поле кафедры земледелия Нижегородской госсельхозакадемии. Наблюдения и учеты вели в севообороте:

1. Черный и горчичный сидеральный пар.
2. Озимая рожь и озимая пшеница.
3. Картофель.
4. Яровая пшеница с подсевом клевера.
5. Клевер (на зеленый корм, сидерат – основной укос, сидерат – отава).
6. Озимая рожь и озимая пшеница.
7. Яровая пшеница.

Кроме того, яровую пшеницу возделывали при бессменных посевах яровых зерновых, с 2006 года повторные посевы яровой пшеницы. В качестве контрольного варианта предшественником яровой пшеницы была взята озимая рожь по клеверу на корм.

Севооборот был освоен в 1988 году на опытном поле кафедры земледелия НГСХА в учхозе «Новинки» по полностью развернутой схеме чередования культур во времени и по полям.

Повторность полевых опытов 4-кратная, размещение полей систематическое. Схема опыта представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Схема опыта № 1

Предшественник предшественника яровой пшеницы	Предшественник яровой пшеницы
1. Бессменно яровые зерновые, с 2006 г. яровая пшеница	Яровая пшеница
2. Картофель по озимой ржи по горчице на сидерат	Картофель
3. Картофель по озимой ржи по чистому пару	Картофель
4. Картофель по озимой пшенице по горчице на сидерат	Картофель
5. Картофель по озимой пшенице по чистому пару	Картофель
6. Озимая рожь по клеверу на сидерацию	Озимая рожь
7. Озимая рожь по скошенному клеверу (контроль)	Озимая рожь
8. Озимая рожь по отаве клевера на сидерацию	Озимая рожь
9. Озимая пшеница по клеверу на сидерацию	Озимая пшеница
10. Озимая пшеница по скошенному клеверу	Озимая пшеница
11. Озимая пшеница по отаве клевера на сидерацию	Озимая пшеница

Агротехника культур была такой, которая принята в современных условиях в подавляющем большинстве хозяйств Нижегородской области, но в опытах использовали в звене севооборота в качестве удобрений только массу сидеральных культур, солому зерновых культур, ботву картофеля.

Общее количество органической массы, запаханной в почву при использовании всей массы клевера на зеленое удобрение составило 33,1 т/га, горчицы 13,9 т/га. Содержание в почве NO_3 , P_2O_5 , K_2O после клевера составило 6,2 мг/кг, 293,1 мг/кг, 119,2 мг/кг соответственно, после горчицы 4,3 мг/кг, 282,9 мг/кг, 108,2 мг/кг.

В опыте возделывали районированные сорта культур: озимая пшеница Московская 39, озимая рожь Валдай, яровая пшеница Московская 35, картофель Аспия, клевер Вадский местный.

Норма высева яровой пшеницы составила 7 млн всхожих зерен на гектар.

Таким образом, было изучено влияние четырех предшественников, которые возделывали по сидератам и без них, в последствии сидератов (картофель). Яровую пшеницу по яровой пшенице возделывали повторно, но бессменно как яровую зерновую культуру.

Система зяблевой обработки после стерневых культур заключалась в лущении стерни на глубину 8–10 см после уборки культур и культурной зяблевой вспашки на глубину 18–20 см через 2–3 недели после лущения. Посев зерновых проводили сеялкой СЗУ-3,6. Уборку зерновых проводили прямым комбайнированием Сампо-2,2. Методика проведения исследований в опытах была общепринятой.

Для агрохимической характеристики почвы опытного участка отбирали средний смешанный образец почвы перед закладкой опыта на глубину пахотного слоя (0–30 см), при этом почву брали в 25 точках с 4-х повторений. Кроме того, для изучения изменения некоторых агрохимических показателей под различными культурами в различных звеньях севооборота отбирали почвенные образцы (по той же методике) с каждого изучаемого варианта.

Агрохимические показатели определяли: подвижный фосфор и калий – по А. Т. Кирсанову, ГОСТ 26207-84 с последующим определением фосфора на ФЭК-56М и калия на пламенном фотометре по ГОСТу 26210-84, нитратный азот – колориметрическим методом с дисульфохеноловой кислотой, гумус – по И. В. Тюрину ГОСТ 26213-84.

Математическую обработку данных проводили методом дисперсионного анализа по методике, представленной в учебном пособии Б. А. Доспехова.

В севообороте, где проводились наши исследования, кроме сидератов и запахивания стерни клевера и ботвы картофеля, на полях оставляли измельченную солому зерновых культур. Под озимыми культурами, которые были предшественниками яровой пшеницы, размещаемыми по клеверу на сидерацию, в среднем за 3 года наблюдений существовала тенденция большего содержания гумуса в пахотном слое почвы, чем в вариантах, где в качестве предшественника озимых были отава клевера на сидерацию или стерня клевера, убранный на корм. Так в 2006–2007 годах содержание гумуса под озимой рожью, возделываемой по клеверу на зеленое удобрение, составило 1,88 % к массе почвы, а под озимой рожью по клеверу на корм 1,68 %, под озимой пшеницей эти величины составляли 1,74 и 1,78 %.

В 2006 году в почве под озимой рожью по сидеральному клеверу содержалось 2,00 % гумуса, а под озимой рожью по клеверу на корм

(контроль) на 0,30 % меньше, а под озимой пшеницей по клеверу на корм на 0,20 % меньше.

Под яровой пшеницей по этим предшественникам происходило значительное выравнивание содержания гумуса (табл. 2).

Таблица 2 – Содержание гумуса в почве в период колошения яровой пшеницы, %

Предшественник яровой пшеницы	Год				
	2006	2007	2010	В среднем	
				за 2 года	за 3 года
1. Яровая пшеница повторно	2,0	1,93	1,97	1,97	1,97
2. Картофель	1,92	1,77	-	1,85	-
3. Озимая рожь по клеверу на сидерацию	2,0	1,76	2,01	1,88	1,92
4. Озимая рожь по скошенному клеверу (контроль)	1,7	1,65	-	1,68	-
5. Озимая рожь по отаве клевера на сидерацию	1,7	1,66	-	1,68	-
6. Озимая пшеница по клеверу на сидерацию	1,7	1,77	1,90	1,74	1,79
7. Озимая пшеница по скошенному клеверу	1,8	1,76	-	1,78	-
8. Озимая пшеница по отаве клевера на сидерацию	1,9	1,67	-	1,79	-
НСР ₀₅	Fф < Fт	Fф < Fт	Fф < Fт	-	-

Как показали исследования, применение сидерации с помощью клевера (основной урожай) под озимую рожь способствует большему содержанию гумуса под яровой пшеницей, идущей по этой ржи, чем при использовании под рожь в качестве сидерата отавы клевера или при запашке стерни клевера. В среднем за два года наблюдений в почве под озимой рожью по клеверу на сидерацию содержание гумуса

было на 0,2 % больше, чем под рожью по клеверу на корм или по отаве клевера, что подтверждается статистически.

Наши данные подтверждаются результатами исследований Ю. А. Малышевой [11, с. 10], что под озимой рожью сидерация (основной урожай клевера) способствует повышению содержанию гумуса. Сидерация под озимую пшеницу не оказывала такого влияния. По нашим данным и данным Ю. А. Малышевой [11, с. 10], использование в этих опытах в качестве зеленого удобрения основного урожая клевера способствовало стабилизации содержания гумуса, а отавы клевера на сидерацию – вело к снижению содержания гумуса в почве под второй культурой звена севооборота после клевера яровой пшеницы. В 2005–2006 гг. в почву поступало при запашке основного урожая клевера вместе с корнями 33,1 т/га или 9 т/га воздушно-сухого вещества, а с отавой клевера эти величины составляли соответственно 19,3 и 6,1 т/га. Так в почве под яровой пшеницей по озимой ржи, размещаемой после клевера на сидерацию, составило 1,85 %, а под яровой пшеницей после озимой ржи по отаве клевера на 0,03 % меньше (табл. 3).

Таблица 3 – Влияние сидерации в звене севооборота на содержание гумуса, % (данные Ю. А. Малышевой, 2009)

Культура звена севооборота по годам			Содержание гумуса по годам		
2005	2006	2007	2005	2006	2007
Клевер на сидерацию	Озимая рожь	Яровая пшеница	1,87	1,83	1,85
Клевер скошенный	Озимая рожь	Яровая пшеница	1,55	1,77	1,58
Отава клевера на сидерацию	Озимая рожь	Яровая пшеница	1,77	1,68	1,55
Клевер на сидерацию	Озимая пшеница	Яровая пшеница	2,29	1,89	1,79
Клевер скошенный	Озимая пшеница	Яровая пшеница	1,94	1,98	1,87
Отава клевера на сидерацию	Озимая пшеница	Яровая пшеница	1,81	1,69	1,66
Звено с рожью	-	-	0,07	0,10	0,03
Звено с озимой пшеницей			0,15	0,12	0,04

В почве под яровой пшеницей после озимой пшеницы разница между этими вариантами составила 0,13 % при НСР₀₅, равным 0,04 %.

Под бессменными посевами яровых зерновых (яровая пшеница повторно), при оставлении на поле измельченной соломы урожая, содержание гумуса не изменилось в течение трех лет исследований и колебалось от 1,93 до 2,0 % от массы почвы в пахотном, что позволяет заключить, что при бессменных посевах яровых зерновых на светло-серых лесных почвах при оставлении на поле соломы, не происходит снижения содержания гумуса в почве.

Таким образом, использование в качестве зеленого удобрения всей массы клевера лугового под озимую рожь способствует увеличению содержания гумуса в почве под последующей яровой пшеницей по сравнению с почвой под яровой пшеницей после озимой ржи, возделываемой по отаве клевера на сидерацию. Под яровой пшеницей после озимой пшеницы этого не было отмечено. Видимо, это связано с тем, что озимая рожь за счет более развитой корневой системы и большего количества оставляемой стерни способствует накоплению гумуса по сравнению с озимой пшеницей. Это отмечалось ранее в работах Ю. А. Малышевой [11, с. 15] и других.

Элементы пищевого режима

Предшественники и сидерация могут оказывать значительное влияние на пищевой режим почвы, хотя единого мнения о роли сидерации в накоплении доступных питательных веществ в почве нет [6, с. 56–58]. Это можно объяснить большим разнообразием почвенно-климатических условий регионов, другими условиями возделывания культур, технологией заделки в почву зеленых удобрений, приемами и сроками обработки почвы. Например, в исследованиях на темно-серых лесных почвах Нижегородской области [5, с. 15] к моменту посева озимых в почве после сидерального пара, где заделывали в почву маслянистую редьку, нитратов накапливалось в два раза меньше, чем в почве под чистым паром, в которую вносили 40 т/га навоза, что, видимо, было обусловлено разными сроками заделки в почву этих органических удобрений: навоз запахивали в первых числах июня, а зеленую массу редьки маслянистой – в середине июля. Это предположение можно считать вполне обоснованным, так как в другие периоды различий в содержании нитратов в почве под озимой пшеницей по различным видам паров обнаружено не было.

Наблюдения за пищевым режимом в почве под яровой пшеницей проводили в фазу ее колошения (табл. 4).

Таблица 4 – Содержание в почве NO₃ в фазу колошения яровой пшеницы, мг/кг

Предшественник яровой пшеницы	Год			Среднее за 2 года	Среднее за 3 года
	2007	2008	2010		
1. Яровая пшеница повторно	5,4	17,6	0,6	11,5	7,9
2. Картофель по озимой ржи по чистому пару	4,8	15,1	-	10,0	-
3. Озимая рожь по клеверу на сидерацию	8,2	17,6	0,3	12,9	8,7
4. Озимая рожь по скошенному клеверу (контроль)	5,1	12,8	-	9,0	-
5. Озимая рожь по отаве клевера на сидерацию	7,9	18,1	-	13,0	-
6. Озимая пшеница по клеверу на сидерацию	6,5	9,0	1,0	7,8	5,5
7. Озимая пшеница по скошенному клеверу	6,2	11,2	-	8,7	-
8. Озимая пшеница по отаве клевера на сидерацию	6,3	14,2	-	10,3	-
НСР ₀₅	Fф < Fт	4,32	Fф < Fт	-	-

Было установлено, что по количеству нитратов в 2008 году большее их содержание наблюдалось под яровой пшеницей по озимой ржи, которая возделывалась по клеверу на сидерацию (основной укос), по сравнению с яровой пшеницей по озимой ржи по клеверу на корм.

Эта разница составила 4,8–5,3 мг/кг почвы (при НСР₀₅, равной 4,32) или в 3 и 5 вариантах на 37,5 и 41,4 % больше, чем в 4 варианте.

В 2008 году в почве под яровой пшеницей, возделываемой после озимой пшеницы по отаве клевера на сидерацию (вариант 8), количество нитратов было больше, чем в почве под яровой пшеницей, возделываемой по клеверу на корм и сидерацию. В другие годы различия в

содержании нитратов в почве по вариантам опытов различались несущественно. В 2010 засушливом году во всех вариантах опыта нитраты в почве практически отсутствовали.

Таким образом, при использовании в качестве сидеральной культуры клевера как предшественника яровой пшеницы озимые могут способствовать увеличению содержания нитратов в почве под пшеницей в период её колошения. В засушливые годы, каким в годы исследований был 2010 год, этого не наблюдается, так как при недостатке влаги происходит почти полное прекращение нитрофикационного процесса. Содержание подвижного фосфора представлено в таблице 5.

Таблица 5 – Содержание в почве P_2O_5 в фазу колошения яровой пшеницы, мг/кг

Предшественник	Год			Среднее	
	2007	2008	2010	за 2 года	за 3 года
1. Яровая пшеница повторно	260,7	264,0	138,4	262,4	221,0
2. Картофель по озимой ржи по чистому пару	267,6	287,1	-	277,4	-
3. Озимая рожь по клеверу на сидерацию	343,3	271,3	146,0	307,3	253,5
4. Озимая рожь по скошенному клеверу (контроль)	283,9	303,1	-	293,5	-
5. Озимая рожь по отаве клевера на сидерацию	304,3	292,1	-	298,2	-
6. Озимая пшеница по клеверу на сидерацию	268,2	273,9	134,9	271,1	225,7
7. Озимая пшеница по скошенному клеверу	285,8	302,9	-	294,4	-
8. Озимая пшеница по отаве клевера на сидерацию	293,0	302,0	-	297,5	-
НСР ₀₅	50,97	Fф < Fт	Fф < Fт	-	-

Как видно из неё, в среднем за три года наблюдений существенных различий в содержании P_2O_5 в зависимости от предшественника не было и они отмечены только в 2007 году.

Так в почве под яровой пшеницей после озимой ржи (вариант 3), возделываемой по клеверу на сидерацию (основной укос), содержание доступного фосфора было на 59,4 мг/кг или на 20,9 % больше, чем в почве, где яровая пшеница размещалась по озимой ржи, возделываемой после клевера, убранный на корм (вариант 4).

В среднем за три года в почве под яровой пшеницей, возделываемой повторно, содержание подвижного P_2O_5 было на 32,5 мг/кг или на 14,7 % меньше, чем в почве под яровой пшеницей после озимой ржи, которую возделывали по клеверу на сидерацию. Меньшее её количество в варианте 1 отмечалось ежегодно в течение 3-х лет наблюдений.

Таким образом, использование под озимую рожь в качестве сидеральной культуры клевера лугового может способствовать увеличению подвижного P_2O_5 в почве под яровой пшеницей, размещаемой после этой озимой ржи. Под яровой пшеницей после озимой пшеницы этого не происходит. Это, видимо, связано с особенностями озимой пшеницы и озимой ржи, с различным поступлением растительных остатков в почву при уборке и запашке их в почву. Содержание подвижного калия представлено в таблице 6.

Таблица 6 – Содержание в почве K_2O в фазу колошения, мг/кг

Предшественник	Год			Среднее	
	2007	2008	2010	за 2 года	за 3 года
1. Яровая пшеница повторно	121,7	81,3	82,8	101,5	95,3
2. Картофель по озимой ржи по чистому пару	118,9	89,9	-	104,4	-
3. Озимая рожь по клеверу на сидерацию	152,7	90,7	101,9	121,7	115,1
4. Озимая рожь по скошенному клеверу (контроль)	105,9	92,5	-	99,2	-

Продолжение таблицы 6

5. Озимая рожь по отаве клевера на сидерацию	87,3	86	-	86,7	-
6. Озимая пшеница по клеверу на сидерацию	102,4	93,9	66,3	98,2	87,5
7. Озимая пшеница по скошенному клеверу	106,6	87,8	-	97,2	-
8. Озимая пшеница по отаве клевера на сидерацию	98,7	93,2	-	96,0	-
НСР ₀₅	Fф < Fт	Fф < Fт	Fф < Fт	-	-

Было установлено, что в почве под яровой пшеницей после озимой ржи, возделываемой по клеверу на сидерацию (вариант 3), ежегодно наблюдалось большее его содержание, чем под повторными посевами яровой пшеницы (вариант 1) и озимой ржи по скошенному клеверу (вариант 4).

В среднем за три года это преимущество составило 20,2 мг/кг и 22,5 мг/кг почвы или 19,9 %.

Предшественник озимая пшеница по сидеральному клеверу уступал по содержанию K_2O в почве под яровой пшеницей озимой ржи по этому же предшественнику в 2007 и в 2010 гг., в 2008 году этот показатель был одинаков по ржи и озимой пшенице (вариант 3 и 6).

Таким образом, сидеральные пары под озимые не ухудшают пищевой режим последующей яровой пшеницы в фазу ее колошения. Существовала тенденция большего содержания доступного фосфора и калия под яровой пшеницей, размещенной по озимым, которые шли по сидеральным парам. Так в 2008 году под яровой пшеницей по озимой ржи, возделываемой после клевера на сидерацию, содержалось на 4,8 мг/кг почвы больше нитратов, чем под яровой пшеницей по озимой ржи, размещавшейся после клевера на корм. В 2007 году эти варианты (3 и 4) различались на 20,9 % в пользу третьего варианта. Аналогичными были данные по подвижному калию в 2007 году, когда под яровой пшеницей по озимой ржи, которая возделывалась по клеверу на сидерацию, содержание K_2O было больше на 46,8 мг/кг почвы, чем в варианте, где яровая пшеница шла по озимой ржи, возделывавшейся после клевера, убранный на корм.

В наших совместных исследованиях с Ю. А. Малышевой [11, с. 12] и др. было установлено, что использование зеленых удобрений способствовало улучшению баланса элементов питания в почве (табл. 7).

Таблица 7 – Баланс элементов питания в звеньях севооборота в 2005–2006 гг.

Предшественник	Запахано сухого вещества сидерата в 2005 г т/га	Баланс в звене севооборота, кг/га					
		С озимой пшеницей			С озимой рожью		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Черный пар	-	-81,9	-30,0	-68,3	-62,2	-28,9	-59,9
Клевер луговой на сидерат	10,6	+142,8	+34,5	+25,7	+120,	+20,3	+2,3
Клевер луговой на корм	4,6	-5,4	-5,4	-39,7	0	-15,0	-46,2

В варианте, где запахивали клевер на сидерацию, во всех случаях наблюдался положительный баланс в почве азота, фосфора и калия.

Результаты наших опытов показывают, что в звеньях севооборота с озимой пшеницей и озимой рожью в почве под яровой пшеницей, в 2007 году не было существенных изменений в содержании калия и фосфора ни весной, ни при уборке, это подтверждается в опытах Ю. А. Малышевой. Так в звене севооборота сидеральный клевер – озимая пшеница – яровая пшеница в почве весной содержалось 230 мг/кг P₂O₅, а в звене скошенный клевер – озимая пшеница – яровая пшеница эта величина составила 246 мг/кг почвы. В звене отава клевера на сидерацию – озимая пшеница – яровая пшеница содержание P₂O₅ весной под яровой пшеницей равнялось 236 мг/кг почвы. После озимой ржи эти величины под яровой пшеницей были 243, 243 и 234 мг/кг почвы соответственно. То есть если и были какие-то различия в содержании в почве подвижного P₂O₅, то эти различия были не существенны.

Таким образом, использование сидерации под предшественники яровой пшеницы часто способствует улучшению пищевого режима в почве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воробьев С. А. Севообороты интенсивного земледелия. М.: Колос, 1979. 368 с.
2. Егорова Г. С., Кириличева Н. А., Лемякина П. М. Рациональное использование пласта многолетних трав в условиях богары. Земледелие. 2001. № 5. С. 27–28.
3. Заикин В. П. Научные основы совершенствования специализированных севооборотов на серых лесных почвах Волго-Вятского региона Нечерноземной зоны РСФСР: // Автореф. дис... док.с.-х. наук: 06.01.01. М, 1991. 32 с.
4. Ивенин В. В. Эффективность использования сидеральных паров в земледелии Нижегородской области. Слагаемые агротехники, новые культуры и гибриды. Н. Новгород. 1996. С. 13–18.
5. Кривенков С. Ю. Влияние паров и приемов заделки сидератов на плодородие темно-серых лесных тяжелосуглинистых почв и урожайность зерновых культур в условиях Волго-Вятского региона: // Автореф. диссертации... кандидата с.-х. наук: 06.01.01 М, 2000. 18 с.
6. Лисина А. Ю. Влияние вида пара на плодородие светло-серой лесной почвы и урожайность озимой ржи // Научные основы систем земледелия и их совершенствование. Н. Новгород. 2007. С. 56–58.
7. Лошаков В. Г. Промежуточные культуры в севооборотах Нечерноземной зоны. М.: Россельхозиздат. 1980. 291 с.
8. Лошаков В. Г. Промежуточные культуры в севооборотах Нечерноземной зоны. М.: Россельхозиздат. 1982. 131с.
9. Лыков А. М. Страж плодородия. Московский рабочий, 1976. 103 с.
10. Лыков А. М., Еськов А. И., Новиков М. Н. Органическое вещество пахотных почв Нечерноземной зоны М.: Россельхозакадемия. 2004. 630 с.
11. Малышева Ю. А. Динамика органического вещества светло-серой лесной почвы под влиянием сидератов и приемов обработки. // Автореф. дис... канд. с.-х. наук. 06.01.03. Киров. 2009. 21 с.
12. Полякова Н. В. Запасы гумуса в профиле пахотных серых лесных почв Нижегородской области // Агрономическая наука агропромышленному комплексу. Н. Новгород. 2000. С. 59–62.

IMPACT OF THE PREVIOUS PLANT ON THE FERTILITY OF LIGHT GREY FOREST SOIL

Keywords: humus, feeding regime, fertility, predecessors, light-gray forest soil, green manure crops, spring wheat.

Annotation. In modern conditions the way of the increasing of the fertility of spring wheat and reducing the cost of production of its grain is the correct selection of the precursor plant and scientifically justified its placement in crop rotation. The precursor plant may have a significant impact on soil fertility and productivity of spring wheat, especially when the green fertilizer is used.

БОРИСОВА ЕЛЕНА ЕГОРОВНА – доцент кафедры «Основы сельского хозяйства, химии и экологии», Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (borisova.lena1978@yandex.ru).

BORISOVA ELENA EGOROVNA – docent of the chair «Bases of chemistry, ecology and agriculture» Nizhniy Novgorod state engineering and economic institute, Russia, Knyaginino, (borisova.lena1978@yandex.ru).

А. А. ВАСИЛЬЕВ, А. Г. ВАРАКИН, Л. Н. ГОРИН

АНАЛИЗ ВНЕСЕНИЯ ЖИДКИХ МЕЛИОРАНТОВ

Ключевые слова: *внесение, мелиоранты, погодные условия, рабочий орган, структурообразователи, цеолиты.*

Аннотация. *Проведен анализ погодной ситуации, сложившейся за последние годы в летний период. Рассмотрена форма и состав структурообразователей. Предложен рабочий орган для внесения жидких мелиорантов.*

За последние годы в летние периоды на территории нашей страны стала появляться проблема с почвенной засухой. Особенно остро это проявилось в июле – августе 2010 года, когда из-за аномальной жары погибли сельскохозяйственные культуры приблизительно на 30 % площади посевов и соответствующие потери урожая в 42-х субъектах Российской Федерации.

В таблице 1 приведены данные о погодных условиях в Приволжском федеральном округе, сложившихся в 2010 году, которые способствовали отрицательному изменению физических свойств почвы. Появилась угроза повышенной водной и ветровой эрозии [4, стр. 22].

Для создания устойчивых благоприятных условий выращивания зерновых культур в зонах рискованного земледелия необходимо вносить мелиоранты.

Мелиоранты – вещества в форме суспензий, эмульсий, порошков и растворов для долговременного улучшения свойств почвы, которые усиливают почвообрабатывающие процессы, значительно снижают подвижность тяжелых металлов и хорошо удерживают влагу [2, стр. 211].

После их внесения почва на долгие годы будет защищена от истощения минеральными солями. Кроме того, растениям, которые будут произрастать на этих почвах, не страшны засушливые летние периоды. Вода, запасенная в структурообразователях, будет постепенно выделяться и питать корни растений. Процесс этот может быть очень

длительным, и растения выживут в самых неблагоприятных засушливых условиях.

Таблица 1 – Агрометеорологические показатели ПФО, характеризующие засуху 2010 года

Территория	Осадки, % от нормы			Отклонение температуры воздуха от нормы, °С				Гидротехнический коэффициент (ГТК)			Запас продуктивной влаги (мм) в слое почвы 0–20 см		
	май	июнь	июль	май	июнь	июль	август	май	июнь	июль	май	июнь	июль
Республика Башкортостан	42	25	15	4,6	4,7	5,1	6,0	0,35	0,22	0,13	23	9	8
Республика Мордовия	97	22	2	4,1	3,4	6,9	5,6	0,83	0,21	0,01	40	6	0
Республика Татарстан	52	19	25	3,6	3,4	5,1	5,0	0,42	0,16	0,21	21	4	7
Чувашская Республика	96	24	4	4,5	3,7	6,6	5,1	0,80	0,22	0,04	50	8	3
Нижегородская обл.	76	57	37	5,0	3,1	6,6	5,0	0,71	0,62	0,36	33	13	10
Оренбургская обл.	16	16	47	2,6	4,4	3,9	5,0	0,11	0,10	0,27	17	8	6
Пензенская обл.	48	9	10	4,1	4,3	7,0	3,8	0,45	0,08	0,08	23	6	2
Самарская обл.	51	13	11	3,6	4,5	6,1	6,1	0,35	0,09	0,07	19	6	3
Саратовская обл.	59	10	22	2,9	4,4	5,8	5,7	0,35	0,06	0,12	10	3	0
Ульяновская обл.	54	8	12	3,8	3,9	5,8	5,4	0,44	0,08	0,10	17	6	3

Мелиоранты состоят из различных минералов и вследствие этого могут применяться целенаправленно в зависимости от свойств почвы.

Наиболее серьезно в научном плане изучены свойства цеолитов. Это группа природных минералов, обладающих высокой ионообменной способностью. Благодаря этому они способны поглотить из почвенного раствора избыток удобрений, сохранить полученные элементы от вымывания и легко отдать их живым корням растения. В этом случае урожайность сельскохозяйственных культур повышается при меньших нормах внесения удобрений, то есть удобрения используются более эффективно.

Применение цеолита увеличивает урожайность зерновых на 10–50 %. Необходимо вносить совместно с минеральными удобрениями в количестве до 0,65 % массы обрабатываемой почвы, что в пересчете составляет 15–20 тонн мелкой крошки цеолита на 1 гектар. Цеолиты очень хорошо работают на почвах, загрязненных радионуклидами. Следующий широко применяемый материал – перлит. В растениеводстве обычно используется перлитовый песок – фракции 3–5 мм, отделенный от пылевидных частиц. Это легкий пористый продукт белого или сероватого цвета, получаемый при термическом расширении гранул исходного минерала с тем же названием.

При температуре 800–1200 °С достигается полная стерильность перлита. Вес кубометра перлитового песка всего 100–250 кг. Он обладает выраженной щелочной реакцией. Благодаря огромному количеству полостей и общей удельной поверхности перлитовый песок обладает уникальными свойствами – высокой водоудерживающей способностью в сочетании с отличной воздухопроницаемостью.

Актуальным является применение жидкого мелиоранта-гидрогеля, это полимерный абсорбент в виде гранул или порошка. Благодаря строению своих молекул способен удерживать огромное количество воды: один грамм гидрогеля поглощает 200–400 мл жидкости. При этом накопленная влага доступна растениям более чем на 95 %. Находясь в гелеобразном состоянии, эта влага не испаряется, не уходит в нижние слои почвы и не влияет на ее физические свойства (рис. 1). Гидрогель в порошке при намачивании образует густую клейкую массу и может вноситься как локально, так и поверхностно. Он обволакивает корешки, защищая их от подсыхания и водного стресса в первое время. Рекомендуются сначала высыпать сухой гидрогель в воду или слабый раствор удобрений, пестицида или стимулятора. После набухания в течение часа масса проверяется на наличие белых комочков неразбухшего полимера и при необходимости добавляется небольшое количество воды. Порошок разводится до состояния густого киселя [2, стр. 112].

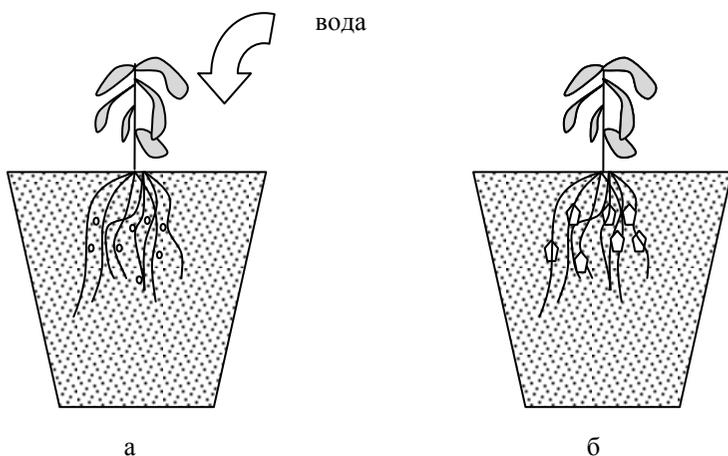


Рисунок 1 – Физический процесс гидрогеля в почве
 а – впитывает воду; б – при засухе отдает растениям

Внесение мелиорантов предполагает как разбросное поверхностное, так и внутрипочвенное.

Внутрипочвенное распределение мелиорантов в сравнении с разбросным позволяет производить заделку удобрения на заданную глубину, в результате чего появляется возможность размещать мелиоранты в пределах слоя почвы, где располагаются корни, что делает их легкодоступными для усвоения.

Таким образом, при помощи локального внесения создаются благоприятные условия для поглощения питательных веществ растениями из удобрений.

С целью уменьшения энергоемкости процесса внесения мелиорантов, учитывая их физико-химические свойства, рекомендуется использовать распыливание рабочих жидкостей в воздушном потоке.

В этом случае образуется жидкостно-воздушная смесь, которая по всей ширине захвата сельскохозяйственного орудия с помощью рабочего устройства вносится в почву [1, стр. 212].

Предлагается применять рабочий орган для внесения в почву жидких мелиорантов [3], который позволяет повысить равномерность внесения и качество распыла структурообразователей при плоскорезной обработке.

Устройство содержит материалопровод с равномерно расположенными по его длине распределительными отверстиями различного

диаметра, делитель потока материала, канал подачи материала и воздухопровод с отверстиями. При этом между воздухопроводом и материалопроводом размещена свободно вращающаяся пружина. Пружина приводится во вращательное движение через втулку и гибкий вал-трос от звездочки, взаимодействующей в рабочем положении с дном борозды.

Устройство работает следующим образом: в подлаповое пространство за счет торцевых шайб 14 к плоскорежущей лапе 1 крепятся наружные трубки 8 правой и левой секции устройства для внесения жидких мелиорантов.

Между секциями на поводке 5 установлена звездочка 9, приводящая во вращение тросик 10 и через переходную втулку 12 передающая вращательное действие нагнетающей пружине 13. Для обеспечения безопасной работы устройства для внесения жидких мелиорантов и постоянного вращения в одном направлении приводной звездочки 9 применяется защитный кожух 2.

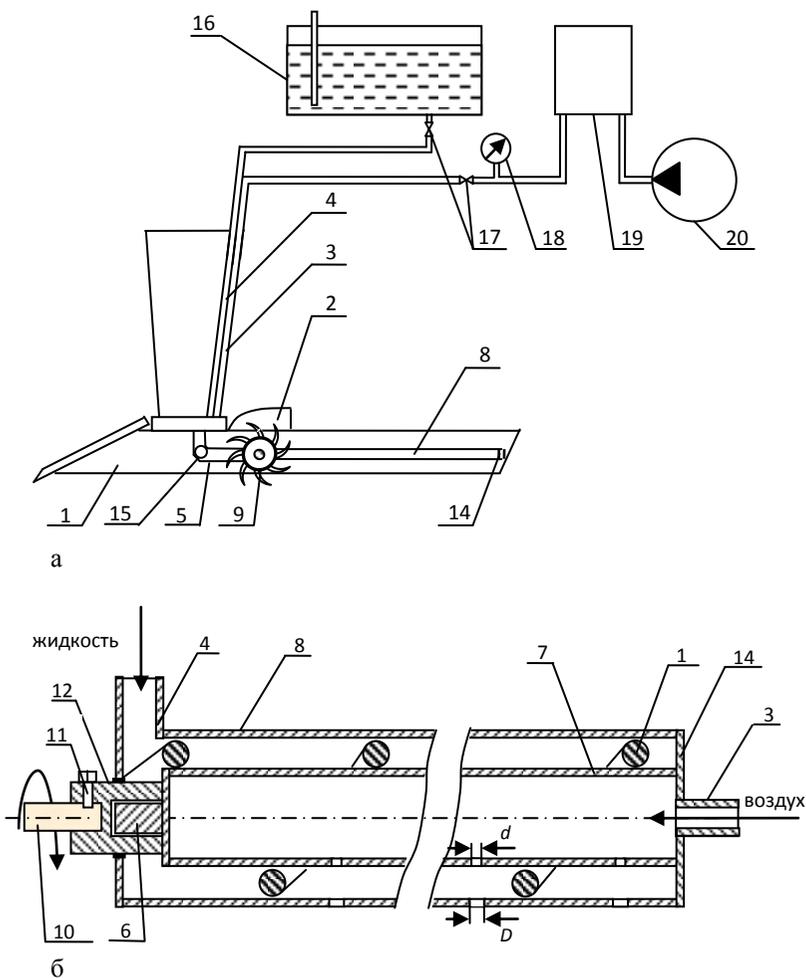
При движении плоскорежущего ножа 1 в устройство для внесения жидких мелиорантов подаются самотеком по материалопроводу 4 мелиоранты, а по воздухопроводу 3 под давлением – воздух.

Мелиоранты поступают в полость, находящуюся между внутренней 7 и наружной 8 трубками, а воздух – в полость внутренней – 7. Внутренняя 7 и внешняя 8 трубки установлены соосно и имеют по всей длине равномерно расположенные отверстия с нижней стороны. Диаметры d отверстий внутренней трубки 7 меньше диаметров D отверстий наружной трубки 8 и пропорциональны им.

При выходе из полости сжатый воздух начинает контактировать с жидкими мелиорантами, в результате взаимодействия образуется газодисперсная среда, которая равномерно и качественно по ширине захвата распыляется в подлаповое пространство.

Качество распыла газодисперсной среды обеспечивается созданием разрежения в зоне взаимодействия сжатого воздуха с мелиорантами.

Равномерность распределения мелиорантов по ширине захвата рабочего органа достигается за счет гидростатического давления, создаваемого вращением пружины 13, находящейся в полости между внутренней 7 и наружной 8 трубками и через промежуточную втулку 12 тросика 10, жестко соединенного со звездочкой 9, контактирующей с дном борозды.



а

б

Рисунок 1 – Схема агрегата для безотвальной обработки почвы (а) с размещенным на нем рабочим органом (б)

1 – плоскорезущая лапа, 2 – защитный кожух, 3 – воздухопровод, 4 – материалопровод, 5 – поводок, 6 – стержень центрирующий, 7 – внутренняя трубка, 8 – наружная трубка, 9 – звездочка, 10 – тросик, 11 – винт соединительный, 12 – переходная втулка, 13 – пружина, 14 – торцевая шайба, 15 – шарнирное соединение, 16 – емкость Мариотта, 17 – краны регулировочные, 18 – манометр, 19 – ресивер, 20 – компрессор

Вращением пружины 13 также создаются условия для предотвращения забивания выходных отверстий наружной трубки 8 инородными включениями, содержащимися в жидких мелиорантах.

При внутривнесении основного удобрения питательные элементы не перемешиваются с почвой, находятся ближе к питающей части корневой системы и используются более эффективно. Повышенное содержание аммонийного азота в области распределенных удобрений замедляет нитрификацию и способствует сокращению потерь азота за счет вымывания нитратов из корнеобитаемого слоя. При этом коэффициент использования растениями азота из удобрений возрастает на 10–15 %, фосфора – на 5–10 %, калия – на 10–12 % по сравнению с разбросным внесением [2, стр. 127].

ЛИТЕРАТУРА

1. Васильев А. А. К вопросу о совмещении предпосевной обработки почвы и внесении сорбентов-мелиорантов // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Перспективные технологии для современного сельскохозяйственного производства». Чебоксары: ЧГСХА, 2008. 483 с.
2. Дубенюк А. П. Современное руководство по благоустройству сада / Фитон+. 2010. 200 с.
3. Патент № 2428829 Рабочий орган для внесения в почву жидких мелиорантов И. И. Максимов, А. А. Васильев, С. А. Васильев, В. И. Максимов. Опубликовано: 20.09.2011 Бюл. № 26.
4. Фролов А. В., Страшная А. И. О засухе 2010 года и ее влиянии на урожайность зерновых культур // Сборник докладов. ГУ «Гидрометцентр России» М.: Триада, лтд, 2011. 72 с.

THE ANALYSIS OF BRIGNING IN OF LIQUID AMELIORATORS

Keywords: *bringing in, ameliorators, weather, working organ, structure makers, zeolites.*

Annotation: *The analysis of the current weather situation over the past few years in the summer is made. The form and structure of structure makers is considered. Working organ for liquid ameliorators is considered.*

ВАСИЛЬЕВ АЛЕКСЕЙ АНАТОЛЬЕВИЧ – доцент кафедры «Техническое обслуживание, организация перевозок и управление на транспорте», Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Воротынец (alexei.21@mail.ru).

VASILIEV ALEKSEI ANATOLIEVICH – docent of the chair «Maintenance, organization of transport and transport management», Nizhniy Novgorod state engineering and economic institute, Russia, Vorotynec, (alexei.21@mail.ru).

ВАРАКИН АНАТОЛИЙ ГЕННАДЬЕВИЧ – старший преподаватель кафедры «Техническое обслуживание, организация перевозок и управление на транспорте», Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Воротынец, (alexei.21@mail.ru).

VARAKIN ANATOLY GENNADIEVICH – senior lecturer of the chair «Maintenance, organization of transport and transport management», Nizhniy Novgorod state engineering and economic institute, Russia, Vorotynec, (alexei.21@mail.ru).

ГОРИН ЛЕОНИД НИКОЛАЕВИЧ – старший преподаватель кафедры «Техническое обслуживание, организация перевозок и управление на транспорте», Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Воротынец, (alexei.21@mail.ru).

GORIN LEONID NIKOLAEVICH – senior lecturer of chair «Maintenance, organization of transport and transport management», Nizhniy Novgorod state engineering and economic institute, Russia, Vorotynec, (alexei.21@mail.ru).

А. А. ВАСИЛЬЕВ, А. Г. ВАРАКИН, Л. Н. ГОРИН, В. В. ИЛЬИЧЕВ

ПУСКОВОЕ УСТРОЙСТВО

Ключевые слова: актуальность, надежность, оптимальность, универсальность, эффективность.

Аннотация. Проведен краткий анализ условий пуска дизельных двигателей отечественных тракторов Владимирского и Липецкого заводов. Выявлены основные факторы, влияющие на пуск данных двигателей. Определен оптимальный путь решения надежного пуска двигателя трактора в любых условиях: замена электростартера на пусковое устройство, оснащенное бензиновым ДВС.

Целью данной статьи является описание универсального пускового устройства для трактора Т-25А, оснащенного электростартером СТ-222. Устройство не требует замены корпусных деталей – достаточно 3-х посадочных отверстий под электростартер для его крепления [1, стр. 62, 74, 77].

Этим устройством можно оснащать и другие аппараты, оборудованные двигателями Д-21А, Ид-144 (например сварочные аппараты, электростанции, мотопомпы и др.).

Актуальность создания этого пускового устройства состоит в том, что оно повышает надежность пуска двигателя. Особенно это важно, когда двигатель пускается в условиях низких температур – конец осени, зима, начало весны.

В таких условиях, если двигатель не заработал с первой попытки пуска электростартером, пуск дизельного двигателя электростартером со второй и последующих попыток проблематичен.

Эту проблему снимает разработанное и созданное на кафедре «Техническое обслуживание, организация перевозок и управление на транспорте» факультета транспорта, сервиса и туризма Нижегородского государственного инженерно-экономического института.

Универсальное пусковое устройство, которое позволяет осуществлять пуск двигателя необходимое количество раз, снимает зависимость пуска двигателя от состояния и емкости аккумуляторной батареи, делает пуск двигателя более автономным и независимым от вышеперечисленных условий, а также гаражных условий, наличия и состояния вспомогательных пусковых устройств, облегчающих пуск двигателя в зимнее время.

Основанием для разработки данного проекта явилось то, что трактор Т-25А, оснащенный электростартером, часто простаивает из-за поломок, связанных с неисправностями электростартеров, использования аккумуляторных батарей, не соответствующих техническим условиям эксплуатации (большой срок эксплуатации АКБ, пониженная емкость АКБ и др.) [2, стр. 317–321].

Таким образом, это приводит или к срыву намеченной работы и привлечение к ней других тракторов, занятых на иных работах, или к большой задержке выезда трактора на работу. Это вносит напряженность и нервозность в работу предприятия.

Внедрение же разработки универсального пускового устройства снимает все вышеперечисленные неблагоприятные факторы и повышает эффективность работы трактора Т-25А и различных аппаратов, созданных на базе двигателей Д-25А и Д-144.

Эффективность устройства заключается в том, что при изготовлении данного пускового устройства можно использовать неисправные электростартеры (например, со сгоревшими обмотками электродвигателя), стоимость которых незначительна [2, стр. 317–321].

Таблица 1 – Краткая техническая характеристика пускового устройства

Показатель	Техническая характеристика
Тип двигателя	двухтактный, карбюраторный
Мощность	3,0 кВт
Максимальная частота вращения	6000 +/- 200 об/мин
Передаточное число трансмиссии	1
Сцепление	инерционное
Редуктор пускового устройства	1 пара конических шестерен
Передача с вала редуктора на вал электростартера	цепью однорядной приводной втулочной

Таким образом, на базе недорогих и широко распространенных узлов и механизмов мы получили очень эффективное, относительно дешевое, требующее минимальных затрат универсальное пусковое устройство, которое, как мы надеемся, по заслугам оценят специалисты и механизаторы различных сельхозпредприятий и других организаций, использующих технику с двигателями Д-25А и Д-144 (табл. 1).

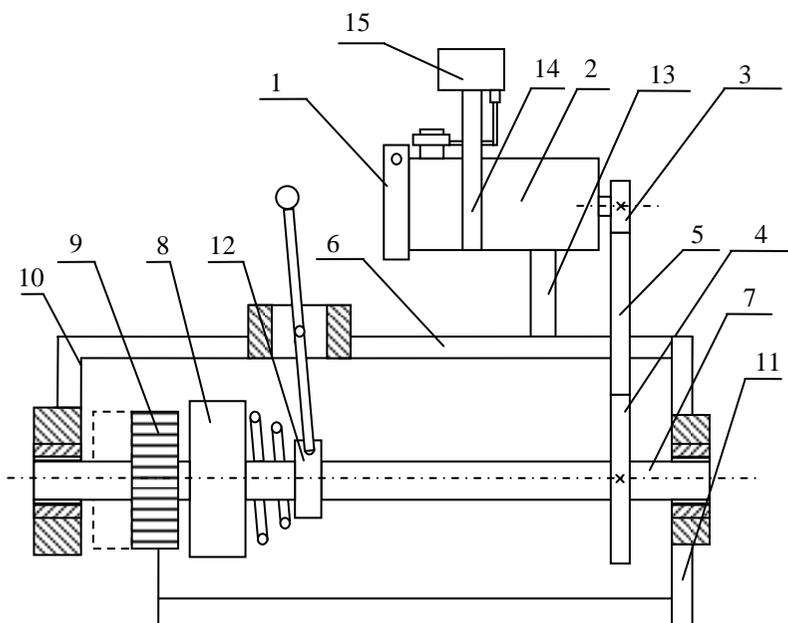


Рисунок 1 – Схема универсального пускового устройства

1 – двигатель внутреннего сгорания от бензопилы «Дружба»; 2 – редуктор от бензопилы «Дружба»; 3 – ведущая звездочка; 4 – ведомая звездочка; 5 – однорядная втулочная приводная цепь; 6 – корпус электростартера; 7 – вал электростартера; 8 – роликовая обгонная муфта; 9 – приводная шестерня; 10 – передняя крышка; 11 – задняя крышка; 12 – вилка рычага привода; 13 – стойка редуктора; 14 – рычажный замок; 15 – бензобак

Второй составной частью пускового устройства является использование широко распространенных и сравнительно недорогих (сопо-

ставимых с ценой АКБ) двигателя внутреннего сгорания и редуктора бензопилы «Дружба», с приобретением которых никаких проблем не возникает.

Конструктивно пусковое устройство смонтировано на корпусе электростартера 6, в котором вырезаны два овальных отверстия для прохода цепи привода 5. На корпусе электростартера 6 приварена стойка редуктора 13. На стойке редуктора 13 закреплен редуктор 2, который соединен рычажным замком 14 с двигателем 1. Ведущая звездочка 3 состоит из ступицы от звездочки редуктора бензопилы и венца от звездочки мотоцикла, которые сварены в одно целое. Ведущая звездочка 3 посажена на шлицы ведомого вала редуктора 2. Другая ведомая звездочка 4 приварена к валу электростартера 7. Причем необходимо предварительно добиться вращения звездочек 3 и 4 в одной плоскости перемещением звездочки 4 по валу электростартера 7. Затем ее необходимо приварить к валу 7. С вала электростартера 7 сняты обмотки якоря и коллектор. Вал электростартера 7 вращается в 3-х опорах корпуса электростартера 6. Звездочки соединены через овальные отверстия в корпусе электростартера 6 однорядной втулочной приводной цепью 5 [3, стр. 33–34].

Принцип действия изделия

Пуск двигателя осуществляют при нейтральном положении рычага коробки передач трактора. Далее включают декомпрессор. Затем прибавляют подачу топлива рычагом ручного управления подачей топлива основного двигателя. После этих операций открывают краник бензобака 15 и заполняют поплавковую камеру карбюратора двигателя пускового устройства.

Далее с помощью ручного стартера пускают вспомогательный ДВС от бензопилы «Дружба». Затем вилкой рычага привода 12 вводим шестерню 9 в зацепление с зубчатым венцом маховика и удерживаем ее в этом положении. Устанавливаем максимальную частоту вращения вспомогательного двигателя и оставляем ее в фиксированном положении. При этом автоматически срабатывает инерционное сцепление ДВС бензопилы «Дружба» и крутящий момент от двигателя 1 через редуктор 2, ведущую звездочку 3, приводную однорядную цепь 5, ведомую звездочку 4 и передается на вал электростартера 7. Далее крутящий момент через роликовую обгонную муфту 8 передается на приводную шестерню 9 и на зубчатый венец маховика. В результате колесчатый вал основного двигателя начинает вращаться. Потом включают декомпрессор. После пуска основного двигателя отпускают вилку рычага привода 12 и она под действием возвратной пружины возвращается в первоначальное положение, одновременно выводя ше-

стерню привода из зацепления с зубчатым венцом маховика. После этого снижают до минимальных обороты двигателя 1 и останавливают его. Затем закрывают краник топливного бака пускового устройства.

Финансовые затраты на приобретение материалов и узлов, а также оплату труда при изготовлении универсального пускового устройства составили 4640 рублей и 360 рублей соответственно. Таким образом, себестоимость изделия составила 5000 рублей.

Расчет годового количества моточасов работы пускового устройства при работе трактора мы производили из следующих условий:

1. Расчетное время работы ДВС при пуске основного двигателя две мин.

2. Количество пусков за смену 10 раз.

3. Количество дней работы в году – 300 дней.

Таким образом, мы получили 100 моточасов работы пускового устройства в год. Моторесурс ДВС и редуктора пускового устройства по паспортным данным составляет 3000 моточасов. Сравнивая годовое количество работы пускового устройства и моторесурс пускового устройства, мы видим почти 4-х кратное превышение моторесурса изделия над предполагаемым количеством моточасов работы изделия, так как срок службы трактора составляет 8 лет.

Сравнивая ресурс работы пускового устройства с ресурсом работы аккумуляторной батареи (на тракторе устанавливается АКБ емкостью 156 а/ч), который составляет 36 месяцев (а в условиях эксплуатации он иногда составляет и меньше), мы видим, что за срок службы трактора 3 раза меняется АКБ. Стоимость 3-х аккумуляторных батарей за весь срок службы трактора составит приблизительно 30 000 рублей. Себестоимость универсального пускового устройства, как указано выше, составляет 5000 рублей.

Таким образом, заканчивая статью о разработанном нами пусковом устройстве, необходимо указать, что кроме экономического эффекта, который составляет 25 000 рублей, главные достоинства этого изделия – гарантированный пуск двигателя трактора или иных агрегатов, созданных на базе двигателей Д-21А и Д-144 в любых погодных условиях, простота его изготовления и легкость переоборудования им вышеуказанных двигателей. Именно эти достоинства пускового устройства обуславливают его универсальность.

Мы надеемся, что содержание материала нашей статьи послужит толчком к созданию аналогичных или близких к ним устройствам в различных отраслях народного хозяйства, где используются вышеуказанные двигатели.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жаров М. С. Трактор: // Учеб. пособие по факультатив. курсу для учащихся 7 и 8 кл. сел. шк. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Просвещение, 1984. 127 с., ил.; 2 л. ил.

2. Родичев В. А., Родичев Г. И. Тракторы и автомобили 2-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1987. 351 с: ил. (Учебники и учебн. пособия для подгот. кадров массовых профессий).

3. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. Бензомоторная пила «Дружба», 55 с.

STARTING DEVICE

Keywords: relevance, optimality, universality, efficiency, reliability.

Annotation. A brief analysis of the starting conditions of diesel engines of tractors of the Vladimir and Lipetsk factories. The main factors influencing the start the motors are identified. The best way to solve a reliable start-up of the engine of a tractor in any conditions is determined – in replacement for the electric starter on the starting device equipped with a petrol engine.

ВАСИЛЬЕВ АЛЕКСЕЙ АНАТОЛЬЕВИЧ – доцент кафедры «Техническое обслуживание, организация перевозок и управление на транспорте», Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Воротынец (alexei.21@mail.ru).

VASILIEV ALEKSEI ANATOLIEVICH – docent of the chair «Maintenance, organization of transport and transport management», Nizhniy Novgorod state engineering and economic institute, Russia, Vorotynec, (alexei.21@mail.ru).

ВАРАКИН АНАТОЛИЙ ГЕННАДЬЕВИЧ – старший преподаватель кафедры «Техническое обслуживание, организация перевозок и управление на транспорте», Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Воротынец, (alexei.21@mail.ru).

VARAKIN ANATOLY GENNADIEVICH – senior lecturer of the chair «Maintenance, organization of transport and transport management», Nizhniy Novgorod state engineering and economic institute, Russia, Vorotynec, (alexei.21@mail.ru).

ГОРИН ЛЕОНИД НИКОЛАЕВИЧ – старший преподаватель кафедры «Техническое обслуживание, организация перевозок и управление на транспорте», Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Воротынец, (alexei.21@mail.ru).

GORIN LEONID NIKOLAEVICH – senior lecturer of chair «Maintenance, organization of transport and transport management», Nizhniy Novgorod state engineering and economic institute, Russia, Voroty nec, (alexei.21@mail.ru).

ИЛЬИЧЕВ ВАЛЕРИЙ ВЯЧЕСЛАВОВИЧ – доцент, декан факультета транспорта, сервиса и туризма, Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Воротынец, (alexei.21@mail.ru).

ILYCHEV VALERY VYCHESLAVOVICH – docent, the Nizhniy Novgorod state engineering-economic institute, Russia, Voroty nec, (alexei.21@mail.ru).

ИЗМЕНЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И ПИТАТЕЛЬНОСТИ КУКУРУЗЫ В ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЕ ПЕРИОДЫ РАЗВИТИЯ

Ключевые слова: кукуруза, минеральные вещества, обменная энергия, органическое вещество, стадии спелости зерна, сухое вещество, урожайность.

Аннотация. Проанализирована специфика изменений химического состава и питательной ценности кукурузы сорта «Окская» по стадиям созревания зерна в условиях юго-запада Нижегородской области. Выявлены закономерности преобразований показателей состава органического вещества, минерального и витаминного состава растений кукурузы в период от ранних к поздним фазам спелости зерна.

Кукуруза является классической силосной культурой в силу специфических особенностей химического состава на разных стадиях своего развития. Общеизвестным оптимальным сроком её уборки для заготовки силоса считаются разные фазы созревания зерна, когда растения накапливают максимальное количество питательных веществ и имеют оптимальный химический состав для технологии силосования [5, с. 7]. Одним из наиболее важных показателей химического состава, от которого зависит качество консервирования и размер потерь питательной ценности, является содержание сухого вещества. В течение всего периода роста кукурузы содержание сухого вещества повышается, достигая оптимальных для проведения силосования значений к фазам созревания зерна. По данным Н. В. Калугина и др. [3, с. 34], разница по содержанию сухого вещества в растениях молочной и восковой спелости зерна достигает 44,7 %, что равноценно улучшению условий для реализации данной технологии.

В кукурузе содержатся углеводы двух основных типов: структурные и неструктурные или легкогидролизуемые [8, с. 9]. Кукуруза содержит много легкогидролизуемых углеводов (сахар, крахмал), благо-

даря чему отличается высокими вкусовыми и кормовыми качествами [1, с. 210]. С развитием растений количество неструктурных углеводов возрастает. Согласно данным ВНИИ кормов [5, с. 192], в растениях кукурузы до молочно-восковой спелости зерна 30 % и более, БЭВ представлены сахарами [7, с. 50]. В фазу восковой спелости примерно такое же количество БЭВ приходится на долю крахмала, а содержание сахаров резко снижается (до 7–9 % в составе СВ). Аналогичные данные приводят и немецкие учёные [10, с. 14–15].

Основной недостаток кукурузы – это относительно низкое содержание протеина. По мере старения травостоя содержание сырого протеина в нём снижается. Вместе с тем снижение содержания протеина имеет относительный характер, так как валовое его количество, как и БЭВ, остаются неизменными до фазы восковой спелости зерна [2, с. 107]. Невысока и биологическая ценность кукурузного белка, так как он содержит мало незаменимых аминокислот. Однако листья и стебли по уровню содержания лизина и гистидина не уступают таким многолетним культурам, как люцерна и клевер. В кукурузе больше чем в других злаковых травах синтезируется метионин [6, с. 9].

С ростом растений в кукурузе отмечается увеличение содержания сырого жира, кальция и фосфора при сохранении оптимального соотношения 2:1 у последних. С аналогичной закономерностью повышается и энергетическая ценность кукурузы. Помимо этого, зелёная масса кукурузы является хорошим источником каротина [9, с. 156].

Поскольку химический состав и биологическая ценность кукурузы зависят от технологии выращивания, уровня питания, сорта, фазы вегетации, климатических и других условий [4, с. 76], результаты их измерения при изменении любого из этих параметров всегда будут разными.

Целью нашего исследования было изучение изменений химического состава и питательности кукурузы сорта «Окская» при её выращивании в условиях Нижегородской области. Трехлинейный гибрид кукурузы «Окская» относится к группе раннеспелых гибридов. Время цветения метёлки очень раннее. Созревает за 92–95 дней. Растение низкое – высота 200–250 см. Початок длинный, слабokonический, ножка короткая, длиной 20–25 см, массой 180–200 г. Зерно кремнистое, у 30 % растений – промежуточное, ближе к кремнистому, в верхней части желто-оранжевое. Масса 1000 зерен 310 гр. Отличается холодостойкостью, устойчивостью к полеганию, гельминтоспориозу, стеблевым гнилям, бактериозу початков.

Кукуруза выращивалась в севообороте ОАО «Агрофирма «Верякуши» Дивеевского района Нижегородской области на серой лесной

среднесуглинистой слабосмытой среднекислой (рН 4,6–5,0) почве с повышенным (170 мг/кг) содержанием обменного калия и высоким содержанием (190 мг/кг) подвижного фосфора. Технология выращивания в год посева включала весеннее боронование зяби, дискование, предпосевную культивацию, внесение аммиачной селитры (150 кг/га), широкорядный посев (13.05.2012). Появление всходов отмечено 20 мая. Затем (8 июня) была проведена междурядная обработка и химическая прополка (препарат Дублон Голд, 50 г/га). Появление початков отмечено 12 июля. Учёт урожая и отбор образцов проб для биохимического анализа проводили в соответствии с «Методическими указаниями по проведению полевых опытов с кормовыми культурами» (1997).

Согласно результатам биохимического анализа, изменения отдельных показателей химического состава на разных стадиях онтогенеза имели свою специфику (табл. 1).

Таблица 1 – Состав органического вещества

Показатель	Фаза спелости зерна		
	молочная	молочно-восковая	ранняя восковая
Сухое вещество (СВ), %	22,9±0,6	27,5±1,2**	28,1±0,8***
Органическое вещество, % от СВ, в т. ч.:			
сырой протеин	6,65±0,21	7,71±0,16**	7,86±0,10***
сырой жир	1,49±0,02	2,76±0,05***	3,38±0,10***
сырая клетчатка	20,34±0,18	16,57±0,62***	15,69±0,53***
БЭВ, в т. ч.:			
сахар	67,51±0,43	68,33±0,66	69,12±0,83
крахмал	15,9±0,34	11,3±0,42***	5,51±0,19***
	6,22±0,09	13,09±0,19***	23,30±0,14***

Примечание: ** – $P \leq 0,05$; *** – $P \leq 0,01$.

За время прохождения кукурузой периода от фазы молочной до молочно-восковой спелости зерна содержание сухого вещества в ней увеличивалось на 4,6 % ($P < 0,05$) и достигало оптимальных для проведения силосования значений. Переход к фазе ранней восковой спелости характеризовался дальнейшим улучшением этого показателя (табл. 1).

По мере повышения степени зрелости зерна отмечен преимущественно высокодостоверный ($P < 0,05-0,01$) неуклонный рост содержания сырого протеина, сырого жира и крахмала. Содержание сухого вещества, а также концентрация в нём сырого протеина возрастали при перенесении сроков уборки кукурузы с фазы молочной на молочно-восковую и начало восковой спелости зерна, оставаясь в последние два срока примерно на одном уровне. Наряду с этим происходило неизменное снижение содержания сахара и сырой клетчатки ($P < 0,01$). Аналогичная тенденция присутствовала и в пофазных изменениях группы безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ), однако не была статистически достоверной. В целом общее количество органического вещества в сухом веществе растений кукурузы на протяжении периода наблюдений оставалось практически неизменным, несмотря на отмеченные изменения в его составе. Такие преобразования в составе сухого вещества не способствовали улучшению силосуемости, но благоприятно сказывались на питательной ценности силосуемой массы. Несмотря на это, учитывая относительно невысокое содержание буферных веществ (протеина и щелочных элементов золы) и избыточное содержание сахара, можно рассчитывать на благоприятный исход её консервирования данным способом.

Рост содержания сырой золы, калия, кальция, фосфора ($P < 0,01$) отмечен лишь на протяжении межфазного промежутка молочно-молочно-восковая спелости зерна кукурузы, после чего происходил его спад. По содержанию железа и цинка имелся относительный паритет между крайними фазами созревания зерна при его снижении при завершении фазы молочной спелости. Содержание серы снижалось в течение всего времени контроля биохимического состава кукурузы (табл. 2).

Таблица 2 – Минеральный состав кукурузы

Показатель	Фаза спелости зерна		
	молочная	молочно-восковая	ранняя восковая
Сырая зола, % от сухого вещества (СВ), в т. ч. г/кг СВ:	4,01±0,08	4,62±0,23*	3,95±0,15
кальций	2,60±0,15	4,50±0,25***	3,40±0,32*
фосфор	1,40±0,17	2,00±0,14*	1,70±0,12

Продолжение таблицы 2

калий	13,3±0,40	15,7±1,3*	9,5±0,36***
сера	2,10±0,15	1,80±0,12	1,70±0,12*
мг/кг СВ: железо	142,0±0,8	94,4±4,6***	142,9±2,9
медь	3,7±0,02	4,2±0,04***	4,43±0,02***
марганец	18,9±0,95	23,1±0,71**	23,2±1,83*
цинк	19,6±0,29	17,9±0,68*	19,2±0,78

Примечание: *- $P \leq 0,10$; ** - $P \leq 0,05$; *** - $P \leq 0,01$

Питательная ценность кукурузы в условиях вегетационного периода 2012 года изменялась в соответствии с изменениями состава органического вещества. Поскольку в основные фазы созревания зерна наблюдали увеличение количества неструктурных (легкогидролизуемых) углеводов и снижение содержания структурных углеводов (сырая клетчатка) (табл. 1), вполне естественен рост энергетической ценности целых растений за счёт увеличения в урожае доли початков, а в их составе – зерна (табл. 3).

Таблица 3 – Питательность сухого вещества кукурузы

Показатель	Фаза спелости зерна		
	молочная	молочно-восковая	ранняя восковая
Обменная энергия, МДж	9,90±0,01	10,05±0,03**	10,21±0,02***
Переваримый протеин, г	45.2±1.5	52.4±1.1**	53.4±0.7***
Нитраты, мг	355±21,3	724±27,1***	691±26,0***
Каротин, мг	229,2±1,6	155,6±3,8***	85,6±2,0***

Примечание: ** $P \leq 0,05$; *** $P \leq 0,01$.

Содержание переваримого протеина в составе кукурузы по отношению к фазе молочной спелости зерна увеличивалось в фазу молочно-восковой спелости на 7,2 г/кг СВ ($P \leq 0,05$) и в раннюю восковую фазу спелости зерна на 8,2 г/кг СВ ($P \leq 0,01$), оставаясь примерно одинаковым в две последние фазы развития.

Содержание нитратов в растениях кукурузы заметно (примерно в 2 раза ($P \leq 0,01$) возросло в фазы молочно-восковой и начале восковой спелости зерна. Однако такое количество нитратов не представляет никакой опасности для животных, поскольку ПДК их содержания в натуральной зелёной массе составляет 500 мг/кг, а в сухом веществе в 4–5 раз больше. Более того, нитраты, обладающие фитонцидными свойствами, препятствуют развитию порочной микрофлоры на первых этапах силосования, поэтому повышение их содержания в указанные фазы развития растений можно рассматривать как положительный момент для улучшения качества брожения при силосовании.

Каротин содержится преимущественно в листьях растений. Снижение их доли в составе урожая при созревании зерна, а также частичная потеря при увядании и опадании имеет следствием уменьшение содержания каротина, что нашло отражение в результатах проведённых исследований (табл. 3).

Таким образом, отмечено улучшение химического состава и питательности зелёной массы кукурузы при перенесении сроков её уборки с фазы молочной на раннюю стадию восковой спелости зерна. В этот период снижается содержание сырой клетчатки при одновременном увеличении содержания сухого вещества, сырого протеина, сырого жира, БЭВ, крахмала, марганца и меди. Улучшаются и технологические свойства сырья для проведения силосования благодаря оптимизации содержания сухого вещества при достаточно высоком уровне содержания легкогидролизуемых углеводов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Богданов Г. А., Привало О. Е., Сенаж и силос. М.: Колос, 1983. 319 с.
2. Зафрен С. Я. Уборка и консервирование кукурузы. Кормовое достоинство кукурузы. М.: Изд. Мин. с.-х. СССР, 1959. С. 105–112.
3. Калугин Н. В., В. И. Зубакин, Г. И. Левахин, В. Х. Краус Силос из кукурузы для скота // Зоотехния. 1990. № 9. С. 33–35.
4. Мак Дональд П. Биохимия силоса. М.: Агропромиздат, 1985. 272 с.
5. Повышение качества и эффективности использования кормов / Под ред. М. А. Смурыгина. М.: Колос, 1983. С. 189–205.
6. Попов И. С. Аминокислотный состав кормов. / М.: Россельхозиздат, 1965. 65 с.
7. Применение комплексной системы оценки кормов в растениеводстве / Под ред. В. В. Попова. М.: Колос, 1982. С. 49–51.

8. Технология приготовления кормов из кукурузы / Под ред. Л. В. Погорелого. М.: Агропромиздат, 1987. С. 7–13.

9. Томмэ М. Ф., Мартыненко Р. В. Аминокислотный состав кормов М.: Колос, 1972. 288 с.

10. Gross F. Okologie und Umweltschutz. Fortschr. Landwirts. 1987. Bd. 65. H. 12.S. 14–15.

CHANGES IN CHEMICAL COMPOSITION AND SUSTENANCE OF CORN IN THE FINAL PERIOD OF GROWING

Keywords: corn, minerals, exchange energy, organic matter, stages of grain ripeness, dry substance, productivity.

Annotation. Specific character of changes in the chemical composition and nutritional value of the corn «Oka» in stages of ripening of the grain in the south-west region of Nizhny Novgorod is analyzed. The regularities of the change of composition of organic matter, mineral and vitamin content of plants of corn during the period from early to late phases of ripeness are considered.

ГЕРАСИМОВ ЕВГЕНИЙ ЮРЬЕВИЧ – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Основы сельского хозяйства, химии и экологии», Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино (official@adm.vrt.nnov.ru).

GERASIMOV EVGENIY YURIEVICH – candidate of agricultural sciences, docent of the chair «Bases of agriculture, chemistry and ecology», Nizhny Novgorod state engineering and economic institute, Russia, Knyaginino, (official@adm.vrt.nnov.ru).

ДЕМИНА МАРИНА АЛЕКСАНДРОВНА – ведущий агрохимик ФГБУ ЦАС «Нижегородский» Россия, Нижний Новгород, (kiss.ma@mail.ru.)

DEMINA MARINA ALEKSANDROVNA – agrochemist in chief of CAS «Nizhegorodskiy», Russia, Nizhny Novgorod (osnovsh@yandex.ru).

ЗАВИВАЕВ СЕРГЕЙ НИКОЛАЕВИЧ – кандидат ветеринарных наук, заведующий кафедрой «Основы сельского хозяйства, химии и экологии», Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (osnovsh@yandex.ru).

ZAVIVAYEV SERGEY NIKOLAIEVICH – candidate of veterinary sciences, head of the chair «Bases of agriculture, chemistry and ecology» Nizhny Novgorod state engineering and economic institute Russia, Knyaginino, (osnovsh@yandex.ru).

КУЧИН НИКОЛАЙ НИКОЛАЕВИЧ – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры «Основы сельского хозяйства, химии и экологии», Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (kuchin53@mail.ru).

KUCHIN NIKOLAY NIKOLAEVICH – doctor of agricultural sciences, professor of the chair «Bases of agriculture, chemistry and ecology» Nizhniy Novgorod state engineering and economic institute, Russia, Knyaginino, (osnovsh@yandex.ru).

Е. Ю. ГЕРАСИМОВ, М. А. ДЁМИНА, Н. Н. КУЧИН

ИЗМЕНЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ПОСЕВОВ КУКУРУЗЫ НА РАЗНЫХ СТАДИЯХ СПЕЛОСТИ ЗЕРНА

Ключевые слова: выход обменной энергии, выход протеина, кукуруза, стадии спелости зерна, урожайность.

Аннотация. Рассмотрены изменения продуктивности кукурузы сорта «Окская» по стадиям созревания зерна в условиях юго-запада Нижегородской области. Установлены закономерности накопления в урожае сухого вещества, сырого протеина и обменной энергии от ранних к поздним фазам спелости зерна кукурузы.

Кукуруза – одна из наиболее древних и распространённых в мире культур. Основные направления её использования – продовольственное и кормовое. По площади посева среди продовольственных зерновых культур она занимает третье место после пшеницы и риса, среди зернофуражных – первое [10, с. 12].

В России возделывание кукурузы на больших площадях в производственных условиях началось в 50-х годах прошлого столетия. К середине 50-х годов 20 столетия был накоплен значительный опыт по технологии её выращивания на кормовые цели и для производства зерна. Были определены и оптимальные условия её использования на кормовые и продовольственные цели. В дальнейшем площади возделывания кукурузы в основном на кормовые цели в России постоянно росли, достигнув максимума к концу 80-х годов [2, с. 68]. Экономические условия сельскохозяйственного производства в 90-х годах привели к резкому сокращению площадей посевов кукурузы. Вместе с тем рост продуктивности молочного животноводства, наметившийся в 2000-х годах, предопределил увеличение посевов кукурузы на зернофуражные цели, благодаря чему уровень производства фуражного зерна кукурузы 1986–1990 гг. в 2006 году был превзойдён и наметившийся рост производства сохранился и в последующие годы. Такие результаты стали возможны, в том числе, благодаря успехам отечественных селекционеров, создавших высокопродуктивные раннесе-

лые гибриды кукурузы с вегетационным периодом, позволяющим получать зерно полной спелости значительно севернее традиционных регионов её возделывания [3, с. 106], в том числе и в условиях центральных и южных районов Нижегородской области.

В многочисленных опытах установлено, что продуктивность посевов кукурузы растёт до фазы восковой [1, с. 154] или молочно-восковой [5, с. 97] спелости зерна. В фазы вегетативного роста и развития её прирост обеспечивается линейным ростом растений и развитием вегетативной массы. При окончании линейного роста, в начальной стадии формирования зерна прирост массы и увеличение содержания в урожае питательных веществ происходит за счёт их аккумуляирования в зерне початков, завершающегося в фазу восковой спелости зерна.

В отдельных случаях размер прироста урожая достигает значительных величин. По данным Н. В. Калугина и др. [4, с. 34], разница по сбору сухого вещества с гектара площади посева между растениями кукурузы молочной и восковой спелости составила 51,5 %. При уборке кукурузы в фазу восковой спелости, по расчётам И. Сикорского и А. Устюжанина [9, с. 52], сбор сырого протеина увеличивался на 31,2 %, жира – на 50 и БЭВ – на 57,3 % по сравнению с фазой выметывания метёлки. В связи с этим оптимальным сроком использования кукурузы для производства силоса считается период молочно-восковой-восковой спелости зерна [7, с. 200]. Однако считается допустимым [8, с. 50] начинать уборку кукурузы в фазу молочной спелости зерна. В этом случае период её уборки в виде целых растений достигает 25 дней, в которые можно получить не менее 95 % максимального урожая. Поэтому в каждом конкретном случае размер прироста определяется технологией выращивания, уровнем питания, сортом, фазой вегетации, климатическими и другими условиями [6, с. 35], поэтому оптимальный срок уборки всегда может быть разным. В связи с вышеизложенным, целью нашего исследования было изучение изменений продуктивности гибрида кукурузы «Окская» при её выращивании в условиях Нижегородской области.

Кукуруза «Окская» – раннеспелый трёхлинейный гибрид. Время цветения метелки очень раннее. Созревает за 92–95 дней. Растение низкое – высота 200–250 см. Початок длинный, слабokonический, ножка короткая, длиной 20–25 см, массой 180–200 г. Зерно кремнистое, у 30 % растений – промежуточное, ближе к кремнистому, в верхней части желто-оранжевое. Масса 1000 зерен 310 г. Отличается холодостойкостью, устойчивостью к полеганию, гельминтоспориозу, стеблевым гнилям, бактериозу початков.

Кукуруза в условиях 2012 года выращивалась в полевом севообороте ОАО «Агрофирма «Верякуши» Дивеевского района Нижегородской области на серой лесной среднесуглинистой слабосмытой среднекислой (рН 4,6–5,0) почве с повышенным (170 мг/кг) содержанием обменного калия и высоким содержанием (190 мг/кг) подвижного фосфора. Технология выращивания в год посева включала весеннее боронование зяби, дискование, предпосевную культивацию, внесение аммиачной селитры (150 кг/га), широкорядный посев (13.05.2012). Появление всходов отмечено 20 мая. Затем (8 июня) была проведена междурядная обработка и химическая прополка (препарат Дублон Голд, 50 г/га). Появление початков отмечено 12 июля. Учёт урожая проводили в соответствии с «Методическими указаниями по проведению полевых опытов с кормовыми культурами» (1997). Проведённые исследования показали рост продуктивности посевов кукурузы при уборке в более поздние периоды её развития (табл. 1–4).

Таблица 1 – Урожайность кукурузы

Фаза спелости зерна	Всего, т/га	Прибавка, т/га	
		к первому сроку	ко второму сроку
Молочная	34,6	-	-
Молочно-восковая	40,5	5,9	-
Ранняя восковая	50,3	15,7	9,8
НСР	-	6,7	

Несмотря на более длительный межфазный период молочная – молочно – восковая спелость зерна (14 дней), наибольший и достоверный прирост урожая зелёной массы был получен в период от молочно-восковой до начала восковой спелости зерна (7 дней), что, вероятно, связано с более благоприятными условиями для развития растений кукурузы. Благодаря этому существенной и достоверной была прибавка урожая и за весь период опыта (табл. 1). Темпы среднесуточного прироста урожая зелёной массы в течение всего периода опыта составили 785 кг, в том числе за первый срок 454 кг, за второй – 1,4 т.

Несколько иначе, чем урожай зелёной массы, изменялся сбор сухого вещества с посевов кукурузы за период проведения наблюдений. В данном случае за оба межфазных периода прирастало примерно равное количество сухого вещества, причём в обоих случаях прибавка

была статистически достоверной (табл. 2). Однако, поскольку второй период был короче первого, суточная прибавка второго периода была значительно большей – соответственно 250 и 425 кг, а в течение всего периода опыта – 312 кг.

Таблица 2 – Сбор сухого вещества

Фаза спелости зерна	Всего, т/га	Прибавка, т/га	
		к первому сроку	ко второму сроку
Молочная	7,90	-	-
Молочно-восковая	11,15	3,25	-
Ранняя восковая	14,13	6,23	2,98
НСР	-	1,86	

Примерно так же, как сухое вещество, изменялся выход обменной энергии при повышении степени зрелости зерна кукурузы (табл. 3). Достоверность прибавки в выходе обменной энергии с гектара посевов кукурузы при этом была высокой. Темпы среднесуточного прироста выхода обменной энергии в течение всего периода опыта составили 3,31 ГДж, в т.ч. за первый срок – 2,62, за второй – 4,59 ГДж.

Таблица 3 – Выход обменной энергии

Фаза спелости зерна	Всего, ГДж/га	Прибавка, ГДж/га	
		к первому сроку	ко второму сроку
Молочная	78,08	-	-
Молочно-восковая	112,19	34,11	-
Ранняя восковая	144,29	66,21	32,10
НСР	-	23,2	

Особенно значимым было увеличение сбора сырого протеина (табл. 4). К фазе молочно-восковой спелости его количество увеличилось примерно на 2/3, а к фазе начала восковой спелости зерна – более чем в 2 раза. При этом за второй период наблюдений прирост сбора сырого протеина был несколько меньшим, чем за первый (табл. 4). Ежесуточный прирост сбора сырого протеина от фазы молочной до

начала восковой спелости зерна оказался равным 30,5 кг, причём в первый межфазный период он составил 25,4 и во второй 40,0 кг.

Таблица 4 – Выход сырого протеина

Фаза спелости зерна	Всего, т/га	Прибавка, т/га	
		к первому сроку	ко второму сроку
Молочная	0,52	-	-
Молочно-восковая	0,85	0,33	-
Ранняя восковая	1,13	0,61	0,28
НСР	-	0,14	

Размеры относительных изменений продуктивности посева кукурузы от фазы молочной до начала восковой спелости зерна показаны на рисунке. Как уже отмечалось, наиболее значимыми от исходного количества были отклонения сбора сырого протеина, затем обменной энергии, сухого вещества и зелёной массы. При этом данная закономерность отмечалась на протяжении всего периода наблюдений: от фазы молочной до молочно-восковой (2:1) и до начала восковой (3:1) спелости зерна кукурузы, а также от фазы молочно-восковой до начала восковой спелости (3:2) и прибавка за два межфазных периода по отношению к продуктивности посева в фазу молочной спелости зерна (3+2:1). Вполне объяснимо преимущество прироста урожая за весь период наблюдений (3+2:1) по сравнению с приростом за каждый отдельный межфазовый период в сравнении как с урожаем в первый (2 и 3:1), так и во второй (3:2) срок скашивания (рис. 1). Численная величина отклонений прибавок показателей продуктивности за первый межфазовый период по отношению к уровню продуктивности за первый срок скашивания колебалась от 17,1 до 63,5 %, за второй – от 28,3 до 53,8 %, за весь период наблюдений – от 45,4 до 117,3 % и за второй межфазный период по отношению ко второму сроку скашивания – от 24,2 до 32,9 %.

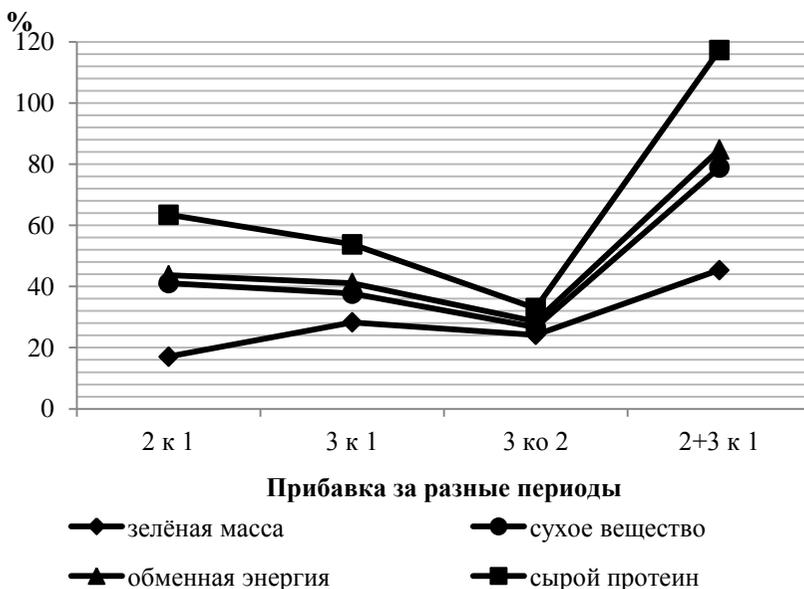


Рисунок 1 – Увеличение продуктивности кукурузы по отношению к разным срокам скашивания

Таким образом, продуктивность кукурузы сорта «Окская» существенно (в 1,2–2,2 раза) увеличивается при перенесении сроков её уборки с фазы молочной на фазу восковой спелости зерна. При этом в данных условиях прирост урожая от фазы молочной до фазы молочно-восковой спелости зерна был примерно равным приросту за период от фазы молочно-восковой до начала восковой спелости зерна. А среднесуточные темпы прироста за второй период значительно выше, что даёт основание для проведения скашивания растений для заготовки силоса в фазу восковой спелости зерна.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алтунин Д. А., Ладонин В. Ф., Скороходова Н. В. Интенсивные технологии производства кормов: // Справочник. М.: Росагроиздат, 1991. С. 152–157.
2. Бойко И. И. Консервирование кормов. М.: Россельхозиздат, 1980. С. 67–68.

3. Зафрен С. Я. Уборка и консервирование кукурузы. Кормовое достоинство кукурузы. М.: Изд. Мин. с.-х. СССР, 1959. С. 105–112.
4. Калугин Н. В. Силос из кукурузы для скота // Зоотехния. 1990. № 9. С. 33–35.
5. Кормовая база промышленного животноводства / Под ред. П. Е. Ладан. М.: Колос, 1978. С. 97–99.
6. Мак Дональд. Биохимия силоса. М.: Агропромиздат, 1985. 272 с.
7. Повышение качества и эффективности использования кормов / Под ред. М. А. Смурыгина. М.: Колос, 1983. С. 189–205.
8. Применение комплексной системы оценки кормов в растениеводстве / Под ред. и с предисл. В. В. Попова. М.: Колос, 1982. С. 49–51.
9. Сикорский И. И., Устюжанин А. А., Курганская О. О. Научно-производственная система «Кукуруза». Челябинск, 1989. 104 с.
10. Соченко В. С. Перспективы возделывания кукурузы для производства высокоэнергетических кормов // Селекция. Семеноводство. Технология возделывания кукурузы. Пятигорск, 2009. С. 12–22.

CHANGE OF CROP PRODUCTIVITY OF CORN AT DIFFERENT STAGES RIPENESS

Keywords: *exchange energy output, output of protein, corn, stages of grain ripeness, productivity.*

Annotation. *Changes of the productivity of corn «Oka» in stages of grain ripening in the south-west of the Nizhny Novgorod region are analyzed. The regularities of the accumulation of dry matter, crude protein and metabolizable energy in the yield from early to late phases of ripening corn are considered.*

ГЕРАСИМОВ ЕВГЕНИЙ ЮРЬЕВИЧ – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Основы сельского хозяйства, химии и экологии», Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (official@adm.vrt.nnov.ru).

GERASIMOV EVGENIY YURIEVICH – candidate of agricultural sciences, docent of the chair «Bases of agriculture, chemistry and ecology», Nizhny Novgorod state engineering and economic institute, Russia, Knyaginino, (official@adm.vrt.nnov.ru).

ДЕМИНА МАРИНА АЛЕКСАНДРОВНА – ведущий агрохимик ФГБУ ЦАС «Нижегородский» Россия, Нижний Новгород, (kiss.ma@mail.ru.)

DEMINA MARINA ALEKSANDROVNA – agrochemist in chief of CAS «Nizhegorodskiy», Russia, Nizhny Novgorod (osnovsh@yandex.ru).

КУЧИН НИКОЛАЙ НИКОЛАЕВИЧ – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры «Основы сельского хозяйства, химии и экологии», Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (kuchin53@mail.ru).

KUCHIN NIKOLAY NIKOLAEVICH – doctor of agricultural sciences, professor of the chair «Bases of agriculture, chemistry and ecology» Nizhniy Novgorod state engineering and economic institute, Russia, Knyaginino, (osnovsh@yandex.ru).

В. В. ГОЕВА, Н. Е. ГРИШИН, В. А. КОЧЕНОВ

ЗАВИСИМОСТЬ ПРЕДЕЛЬНОГО ИЗНОСА И РЕСУРСА ДЕТАЛЕЙ ОТ ФОРСИРОВАНИЯ ДВС

Ключевые слова: предельный износ, ресурс, степень сжатия, форсирование, частота вращения коленчатого вала.

Аннотация. На основании физики изнашивания и эмпирических данных определена зависимость предельного износа и ресурса деталей от степени сжатия и частоты вращения коленчатого вала.

Развитие двигателей внутреннего сгорания неразрывно связано с форсированием и ростом нагрузок в деталях и сопряжениях. Зависимость долговечности и износостойкости деталей от форсирования ДВС необходима для прогнозирования надежности вновь создаваемых ДВС, для выявления перспектив проектирования и модернизации производства трибосопряжений, разработки технических условий для диагностики двигателей в эксплуатации и дефектовки деталей при ремонте.

Задачи прогнозирования решаются статистическими и аналитическими методами. Статистические методы и модели позволяют учесть теоретически неограниченное число факторов. Недостаток – не отражают физическую природу процесса, и оптимальные решения приходится искать путем проб и ошибок. Аналитические модели учитывают меньшее число факторов, почти всегда требуют значительных допущений и упрощений. Достоинство – строятся на физике процесса, лучше приспособлены для поиска оптимальных решений, для апробации требуют меньшего количества экспериментальных исследований. Использование аналитических методов усложняется тем, что в процессе эксплуатации свойства деталей и трибосопряжений изменяются и эти изменения трудно поддаются математическому анализу. Чтобы минимизировать потери времени и средств, необходимо совмещать аналитическое моделирование с известными эмпирическими данными долговечности и износостойкости серийных двигателей. Предлагаемая работа основывается на динамике развития автомобильных ДВС, от-

раженной в показателях технической характеристики двигателей ГАЗ и ЗМЗ [1, с. 150], а также эмпирических данных износа деталей кривошипно-шатунного механизма и цилиндропоршневой группы этих двигателей [2, с. 50].

Предельный износ является окончанием нормального и началом аварийного периодов эксплуатации. Смена периодов происходит из-за повышения зазора и появления ударных нагрузок, резко увеличивающих интенсивность износа трибосопряжения. Предельный износ зависит от начальных геометрических параметров, величины и характера нагрузок, действующих в трибосопряжении. Начальные параметры обуславливаются погрешностями проектирования и производства H , включают зазор и соответствие микро- и макрогеометрии трущихся поверхностей деталей своим оптимальным, приработанным параметрам. С развитием проектирования и производства погрешности уменьшаются. Логично принять погрешности обратно пропорциональными форсированию. Степень сжатия и частота вращения коленчатого вала отражают как уровень проектирования, так и технические возможности двигателестроения.

Наступление аварийного периода эксплуатации ускоряется с повышением величины и неравномерности нагрузок H , т.е. предельный износ обратно пропорционален нагрузкам. Загруженность деталей и сопряжений ДВС обуславливается давлением газов, зависимым от степени сжатия ε , и инерционными силами и моментами, зависимыми от частоты вращения коленчатого вала. В технической характеристике ДВС даются две частоты: для номинального режима работы n_H и для режима максимального крутящего момента n_M . Считаем, что в исследованиях изнашивания, более актуальными являются данные для критических режимов работы, включая режим максимального момента. Частота вращения на этом режиме менее зависима от количества цилиндров и назначения двигателя, например для грузового – легкового автомобиля.

Прогнозируемый теоретический предельный износ определится:

$$I_{2T} = \frac{C_H}{H} - C_{\Pi\Pi} = \frac{C_\varepsilon C_n}{\varepsilon n_M} - \frac{C_\varepsilon^1 C_n^1}{\varepsilon n_M} = \frac{C_H}{\varepsilon n_M} \quad (1)$$

где $C_H, C_{\Pi\Pi}, C_\varepsilon, C_n, C_\varepsilon^1, C_n^1, C_H$ – коэффициенты пропорциональности.

Известна зависимость ресурса трибосопряжений ДВС от свойств автомобиля. Взаимосвязь автомобиля и ДВС включает энергооборуженность – мощность двигателя на одну тонну полной массы

автомобиля, а также соотношение пути поршня к пути автомобиля, определяемое радиусом качения колеса и передаточным числом трансмиссии. Отмечается, что при повышении энерговооруженности уменьшается вероятность езды на пониженных передачах, т. е. режимах работы двигателя, при которых растет путь поршня, соответственно износ и расход топлива. Недостатком метода является введение в исследование двигателя свойств автомобиля, что усложняет анализ, затрудняет прогнозирование ресурса на этапе проектирования ДВС, из-за большого количества анализируемых факторов увеличивается вероятность ошибок.

Технические возможности двигателей, включая мощность, формирование, ресурс, развиваются параллельно с автомобилями, а также улучшением дорог, обслуживания и т. д. В качестве гипотезы, прогнозируемый теоретический ресурс деталей τ_{2T} примем прямо пропорциональным степени сжатия ϵ и частоте вращения коленчатого вала на режиме максимального крутящего момента n_M :

$$\tau_{2T} = K_{\epsilon} K_n \epsilon n_M = K_{\tau} \epsilon n_M \quad (2)$$

где $K_{\epsilon}, K_n, K_{\tau}$ – коэффициенты пропорциональности.

На основании степени сжатия ϵ и частоты вращения коленчатого вала n_M , эмпирических данных предельного износа $I_{2\mathcal{D}}$ и са $\tau_{2\mathcal{D}}$, рассчитываем: коэффициенты пропорциональности $C_{II} = I_{2\mathcal{D}} \epsilon n_M$ и $K_{\tau} = \frac{\tau_{2\mathcal{D}}}{\epsilon n_M}$; прогнозируемый теоретический износ I_{2T} , и ресурс τ_{2T} ; соответствие теоретического и эмпирического износа $\Delta_{II} = \frac{I_{2\mathcal{D}} - I_{2T}}{I_{2\mathcal{D}}} 100 \%$ и ресурс $\Delta_{\tau} = \frac{\tau_{2\mathcal{D}} - \tau_{2T}}{\tau_{2\mathcal{D}}} 100 \%$ (таблица).

В расчет ресурса не вошли двигатели грузовых автомобилей ГАЗ-51 и ЗМЗ-53. Разработанный метод учитывает свойства автомобилей, поэтому расчеты для двигателей грузовых и легковых автомобилей должны производиться отдельно.

Зависимости предельного износа и ресурса от степени сжатия и частоты вращения коленчатого вала во многом основаны на физике изнашивания. Считаем, что для исследования такого типа получено высокое соответствие теоретических и эмпирических данных, что позволяет использовать зависимости для прогнозирования долговечности и износостойкости вновь проектируемых ДВС.

На рис. 1, 2 представлены графики изменения предельного износа деталей кривошипно-шатунного механизма и цилиндропоршне-

вой группы при форсировании ДВС. Для всех анализируемых деталей с ростом степени сжатия и частоты вращения коленчатого вала предельный износ уменьшается. Совершенствование проектирования и производство геометрических параметров трущихся поверхностей деталей отстают от форсирования и роста нагрузок в трибосопряжениях ДВС. Увеличение ресурса деталей (рис. 3, 4) связывается с ростом мощности ДВС и повышением энерговооруженности автомобилей, что уменьшает отношение пути трения деталей КШМ и ЦПГ к пути – пробегу автомобиля. Дифференцируем уравнения и определим скорость изменения предельного износа и ресурса от степени сжатия:

$$I_{2(\varepsilon)}^1 = -\frac{C_H}{\varepsilon^2 n_M}, \tau_{2(\varepsilon)}^1 = K_\tau n_M = const.$$

На рис. 5 представлены скорость изменения предельного износа и ресурса (на примере цилиндров) от степени сжатия. С ростом тия $I_{2(\varepsilon)}^1 \rightarrow const$, аналогично с ростом частоты вращения коленчатого вала $I_{2(n)}^1 \rightarrow const$. Это объясняется тем, что с развитием ДВС погрешности проектирования и производства: $P \rightarrow min = 0$, а технические возможности, включая ресурс, растут пропорционально форсированию.

Таблица 1 – Прогнозирование предельного износа и ресурса деталей двигателей

Показатель	ГАЗ-51	ГАЗ-69	ЗМЗ-21	ЗМЗ-53	ЗМЗ-24	ЗМЗ-402	ЗМЗ-406	Среднее значение
Год производства	1945	1947	1960	1963	1970	1982	1996	-
ε	6,2	6,7	7,15	7,6	8,2	8,2	9	-
$n_M, \text{мин}^{-1}$	1500	2000	2100	2200	2400	2600	4000	-
Коренные шейки коленчатого вала								
$I_{2\varepsilon}, \text{мкм}$	100	160	120	80	70	50	50	-

Продолжение таблицы 1

$C_H \cdot 10^4$	93	214	180	134	138	107	180	150
I_{2T} , МКМ	160	110	100	90	80	70	40	-
Δ , %	60	31	17	12	14	40	20	27
$\tau_{2Э}$, ТЫС. КМ	60	100	130	120	175	250	250	-
$K_\tau \cdot 10^{-4}$		75	86		89	117	69	90
τ_{2T} , ТЫС. КМ		120	135		177	192	324	-
Δ_τ , %		20	4		0	23	30	15
Шатунные шейки коленчатого вала								
$I_{2Э}$, МКМ	140	140	60	30	20	20	15	-
$C_H \cdot 10^4$	130	190	90	50	40	40	50	80
I_{2T} , МКМ	90	60	50	50	40	40	20	-
Δ , %	36	57	17	67	100	100	33	60
$\tau_{2Э}$, ТЫС. КМ	70	70	120	100	170	220	200	-
$K_\tau \cdot 10^{-4}$	-	52	84		86	103	56	75
τ_{2T} , ТЫС. КМ	-	100	110		150	160	270	-
Δ_τ , %	-	43	8		12	27	35	25
Цилиндры								
$I_{2Э}$, МКМ	150	150	230	130	125	115	95	-

Продолжение таблицы 1

$C_H \cdot 10^5$	14	20	35	22	25	25	34	25
H_{2T} , МКМ	270	185	165	150	125	115	70	-
Δ_H , %	80	23	50	15	0	0	26	27
$\tau_{2Э}$, ТЫС. КМ	60	80	140	120	300	330	350	-
$K_\tau \cdot 10^{-4}$	-	60	93		152	155	97	110
τ_{2T} , ТЫС. КМ	-	150	165		220	220	400	-
Δ_τ , %	-	87	18		27	33	14	36
Тепловой зазор в замке первого компрессионного кольца								
$H_{2Э}$, мм	-	1	0,3	0,2	0,18	0,16	0,14	-
$C_H \cdot 10^3$	-	13	4,5	3,3	3,5	3,4	5	5,5
H_{2T} , МКМ	-	0,42	0,35	0,30	0,28	0,26	0,15	-
Δ_H , %	-	58	17	50	56	63	7	42
$\tau_{2Э}$, ТЫС. КМ	-	60	70	60	100	180	190	-
$K_\tau \cdot 10^{-4}$	-	45	47	-	51	84	53	56
τ_{2T} , ТЫС. КМ		75	85		110	120	200	-
Δ_τ , %	-	25	20	-	10	33	5	20

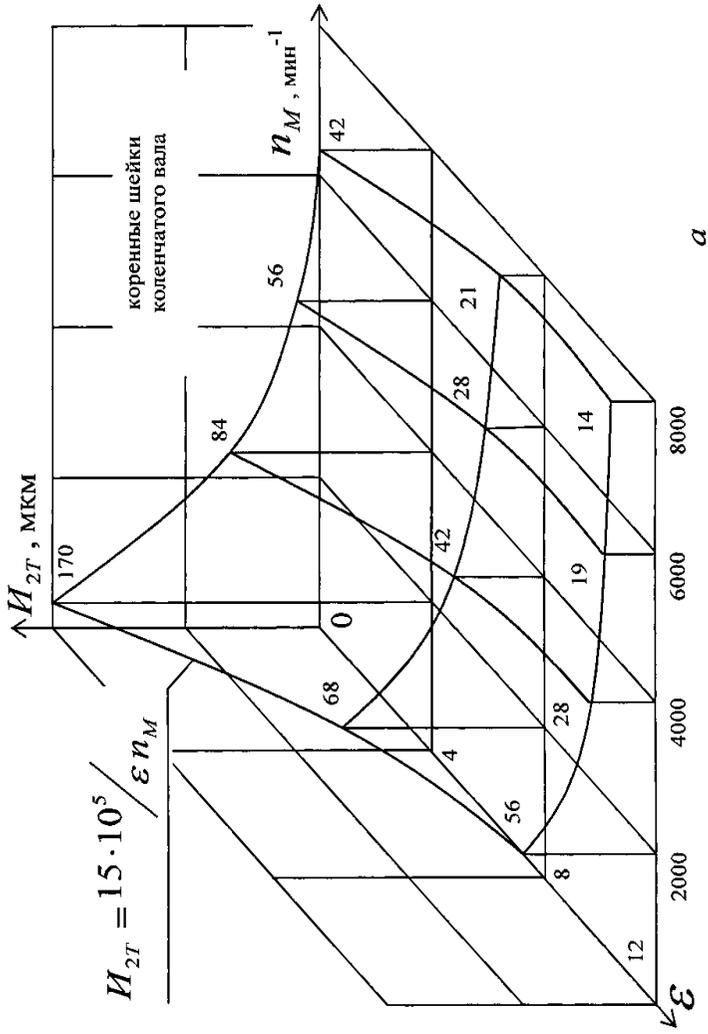


Рисунок 1а – Прогнозирование предельного износа коренных шеек коленчатого вала

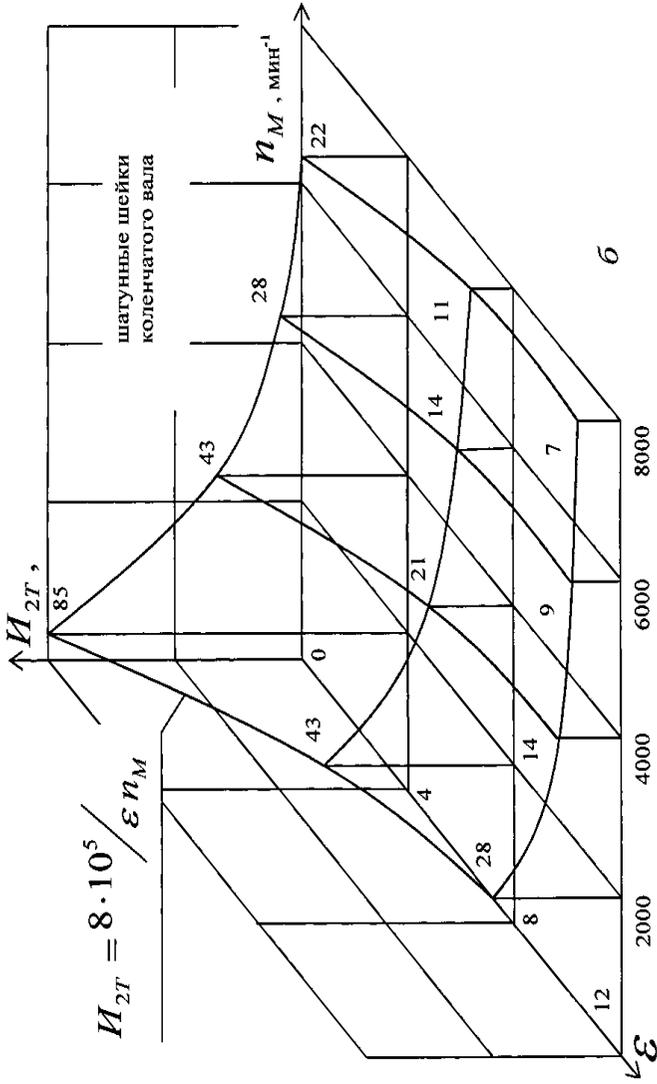


Рисунок 16 – Прогнозирование предельного износа шатунных шеек коленчатого вала

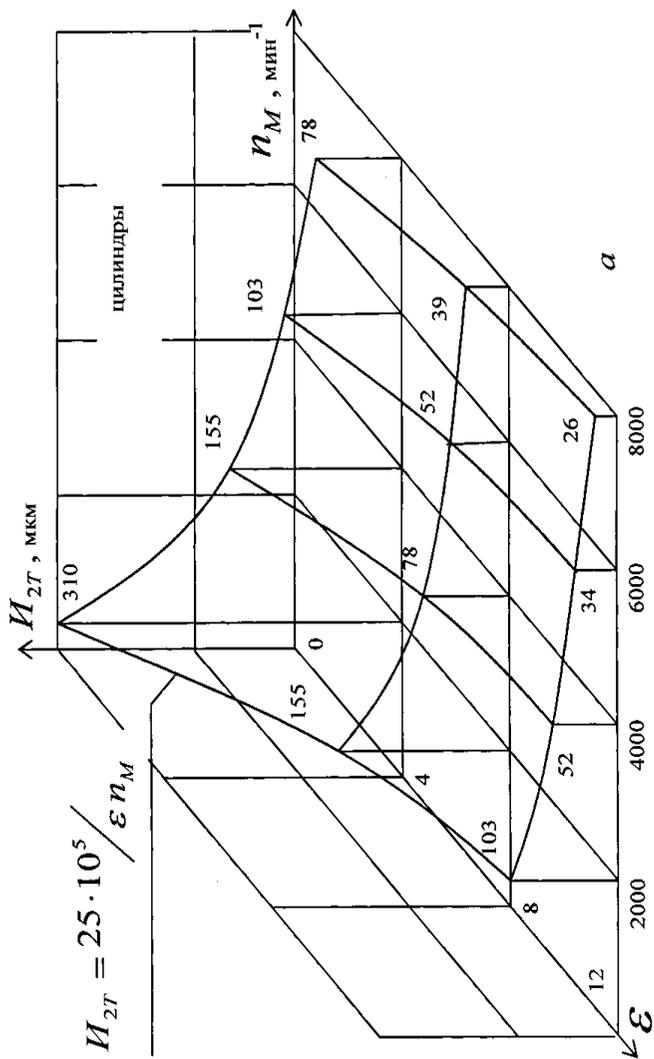


Рисунок 2а – Прогнозирование предельного износа цилиндров

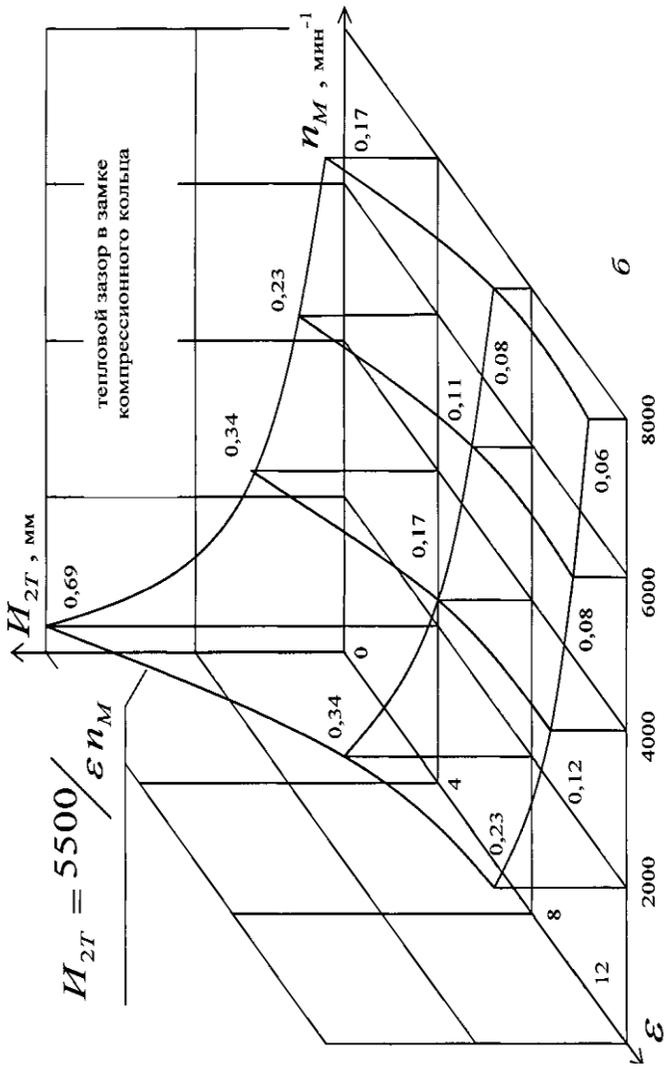


Рисунок 26 – Прогнозирование предельного износа компрессионных колец

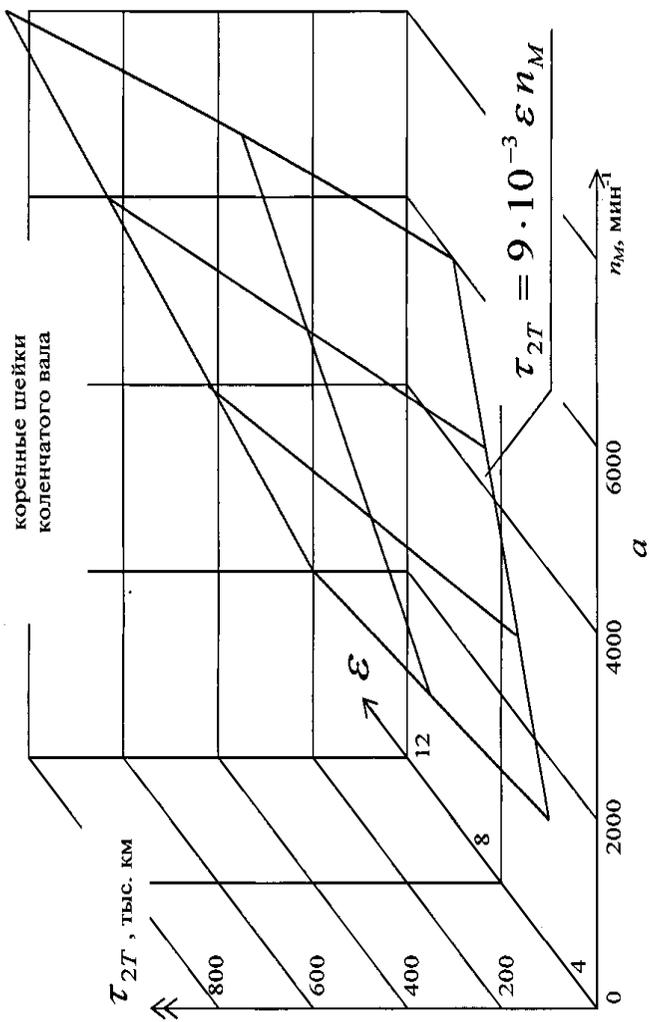


Рисунок 3а – Прогнозирование ресурса коренных шеек коленчатого вала

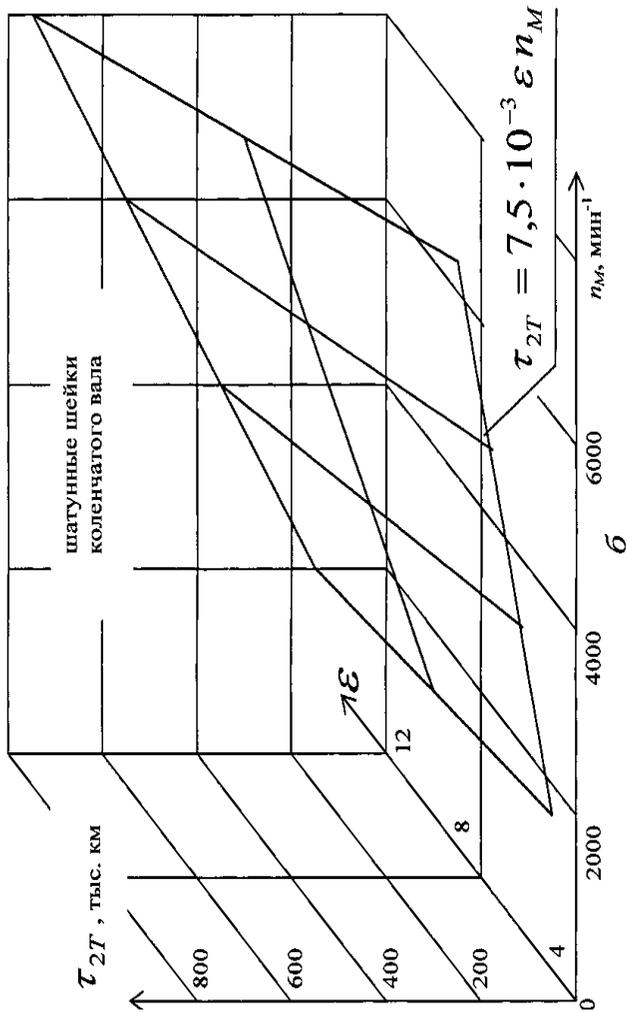


Рисунок 36 –Прогнозирование ресурса шатуновых шеек коленчатого вала

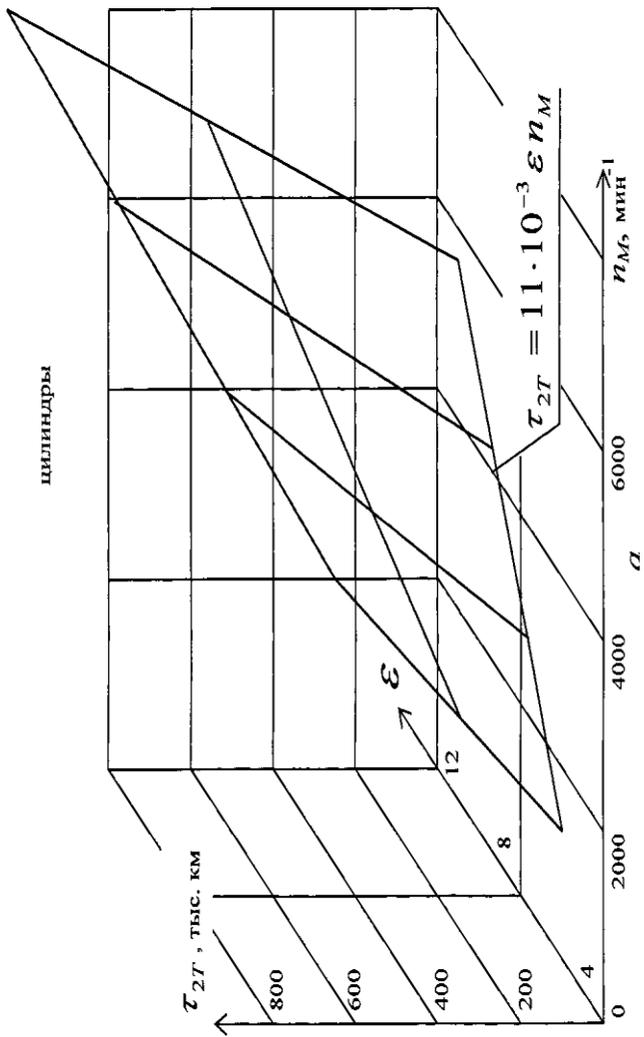


Рисунок 4а – Прогнозирование ресурса цилиндров

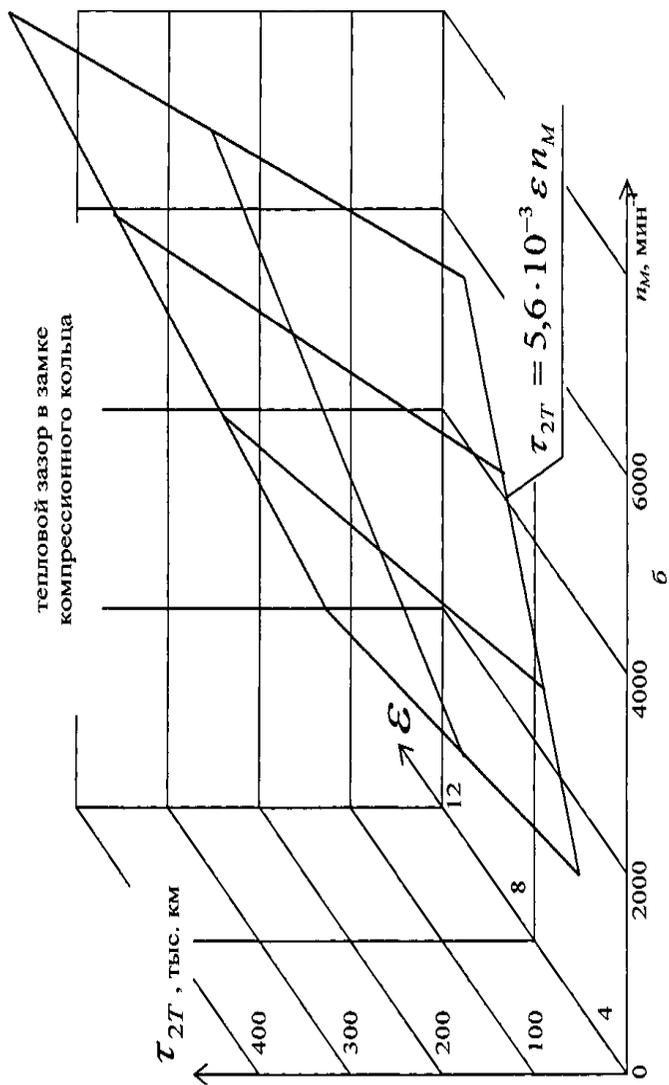


Рисунок 46 – Прогнозирование ресурса компрессионных колец

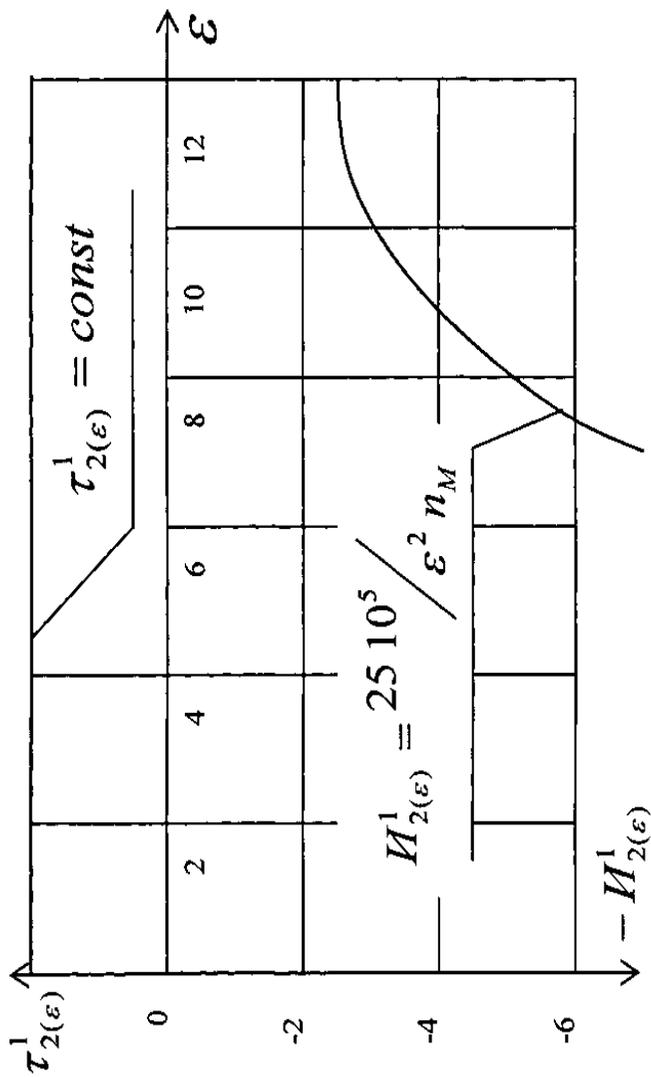


Рисунок 5 – Скорость изменения предельного износа $I_{2(\epsilon)}^1$ и ресурса $\tau_{2(\epsilon)}^1$ от степени сжатия ϵ

ЛИТЕРАТУРА

1. Двигатели Заволжского моторного завода / Минеев А. М. и др. Нижний Новгород. Издательство Нижегородского государственного университета им. Н. И. Лобачевского, 1998. 256 с.
2. Оценка проектирования и изготовления трибосопряжений / Коченов В. А. и др. // Тракторы и сельхозмашины. 2011. № 12. С.56 .

DEPENDENCE OF DETERIORATION LIMIT, RESOURCE AND PARTS DUE TO ICE FORCING

Keywords: *deterioration limit, resource, compression degree, forcing, frequency of rotation of the crankshaft.*

Annotation. *Based on the physics of deterioration and empirical data the dependence of the deterioration limit and a resource of details of the compression rate and the speed of the crankshaft is determined.*

ГОЕВА ВЕРА ВЛАДИМИРОВНА – доцент кафедры «Тракторы и автомобили», Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (triamur@mail.ru).

GOEVA VERA VLADIMIROVNA – docent of the chair «Traktors and cars», Nizhny Novgorod state engineering and economic institute, Russia, Knyaginino, (triamur@mail.ru).

ГРИШИН НИКОЛАЙ ЕВГЕНЬЕВИЧ – старший преподаватель кафедры «Тракторы и автомобили», Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (triamur@mail.ru).

GRISHIN NIKOLAY EVGENYEVICH – senior lecturer of the chair «Tractors and cars», Nizhny Novgorod state engineering and economic institute, Russia, Knyaginino, (triamur@mail.ru).

КОЧЕНОВ ВЛАДИМИР АЛЕКСАНДРОВИЧ – кандидат технических наук, доцент, «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия», Россия, Нижний Новгород, (cheriraida@mail.ru).

KOCHENOV VLADIMIR ALEKSANDROVICH – docent, candidate of technical sciences, «Nizhny Novgorod state agricultural academia»(cheriraida@mail.ru).

Н. А. ЕРЕМИНА, Ю. Д. ИВАНОВА, Ю. Г. САЛОВА

ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЦЕНТРА КОМПОЗИЦИИ (НА ПРИМЕРЕ АВТОРСКОЙ КОЛЛЕКЦИИ)

***Ключевые слова:** композиция, одежда, организация центра художественный замысел, центр композиции.*

***Аннотация.** Определены основные качественные признаки центра композиции. Обозначена проблема реализации художественного замысла через сюжетно-композиционный центр модели одежды. Продемонстрирована технология формирования композиционного центра в авторской коллекции. Представлена последовательность разработки композиционного центра в модели одежды.*

Старая поговорка, что человеческая личность состоит из трех частей: души, тела и платья, – нечто большее, нежели простая шутка. «Мы в такой степени отождествляем платье с нашей личностью, что не многие из нас, не колеблясь ни минуты, дадут решительный ответ на вопрос, какую бы из двух альтернатив они выбрали: иметь прекрасное тело, облеченное в вечно грязные и рваные лохмотья, или под вечно новым костюмом скрывать безобразное, уродливое тело», – так высказался о роли одежды в нашей жизни классик мировой психологии У. Джеймс [2, с. 93].

Одежда – прекрасный инструмент, умело используя который, дизайнер может сотворить выразительный образ, как для персоны, так и группы потребителей, т. е. сегмента. Основным в процессе создания одежды становится гармонический порядок, объединяющий тип заказчика, назначение костюма и образную доминанту, обязательно сопровождающую любую авторскую художественную разработку.

Композиционная разработка одежды (костюма) – сложный процесс, подчиняющийся определенным законам и свойствам гармонии – эстетической категории, спутницы красоты. Принципы создания системы костюма по эстетическим канонам и в единстве с потребительскими предпочтениями реализуются в творческом процессе художе-

ственного проектирования, где композиционной логике отводится главная роль.

В отличие от других видов художественных практик искусство костюма напрямую связано с типологией личности. Это создаёт объективную необходимость транслировать в композиционной организации модели гуманистическое отношение к природе человека-потребителя. Гармонизация и гуманизация являются маркером профессиональной коммерческой разработки костюмной композиции [3, с. 20]. Если гармонизация композиции обеспечивается законами формообразования и свойствами композиционного строения, то гуманистическая природа костюма реализуется через композиционный центр и законы его формирования.

Сюжетно-композиционный центр в костюме отражает авторскую идею и непосредственно участвует в правильной эстетической подаче образа, задуманного дизайнером.

Композиционный центр невозможно рассматривать в отрыве от типажа заказчика. Эта деталь или структурный элемент могут стать основой имиджа клиента, тем незаменимым штрихом, который делает облик человека выразительным и завершённым.

Помимо того, что композиционный центр выражает образно-смысловое значение модели, он ещё и организует структурные элементы костюмной композиции в единую целостную систему. В пластическом мотиве костюма не всегда всё является одинаково важным. Однако даже второстепенные детали должны быть строго взаимосвязаны друг с другом, подчиняясь главенствующему центру, образуя вместе с ним единое целое. Когда подобное подчинение отсутствует, то образ «не читается», кажется размытым, незаконченным, распадается на отдельные фрагменты.

Сюжетно-композиционный центр должен быть размещён в композиционной структуре костюма объективно точно. Причём это касается как начального этапа проектирования – графической композиции, так и этапа макетирования, когда композиционный центр представляют в реальном воплощении. Получается, что вопрос организации композиционного центра решается дизайнером дважды. Подобная тщательность обусловлена важностью наличия и необходимостью точной проработки сюжетно-композиционного центра в модели одежды [1, с. 87].

Местоположение центра в композиционном поле костюма является основным для образного осмысления драматургии модели и оценки облика потребителя. Так, расположенный по центру изделия, он привлекает внимание к фигуре и ставит акцент на талии, груди и

бёдрах. Размещение центра в зоне ног делает образ более устойчивым, фундаментальным. Если центром композиции становятся головной убор, причёска или макияж, то доминировать в облике будет лицо, глаза, шея. Дизайнеры умело манипулируют сознанием окружающих, заставляя их обращать внимание именно на те зоны, в которых размещён композиционный центр. По сути, этот приём позволяет сделать вывод об уместности и нелепости модели, если центр подчёркивает ненужное, или, наоборот, – об элегантности и утончённости, если с помощью главной детали акцентировано лучшее.

В композиционной структуре костюма центры различаются по видам:

- **Геометрический центр.** Поскольку геометрия одежды значительно сложнее геометрии холста, листа бумаги и т. п., часто геометрический центр выделить бывает довольно сложно. Кроме того, в дизайне одежды большое значение имеет понятие массы – визуального восприятия веса объекта по отношению к другим составляющим формальной композиции. В связи с этим геометрический центр, как правило, прочитывается по абрису детали, имеющей наибольшую массу в общей структуре модели.

- **Смысловой центр.** Включает в себя стилеобразующие компоненты: цвет, рисунок, фактуру, архитектуру формы и другие. Он выражает основную идею художника и чаще всего реализуется с помощью линейных и тектонических отношений.

- **Художественный центр.**

Привлекает и задерживает внимание, заставляя другие элементы костюма отступать на второй план. Чаще всего выделяется аксессуарами и акцентируется цветом [2, с. 57].

Центр композиции в костюме есть всегда. Рассмотрим, как мастера мировой моды решают вопрос организации и размещения центра композиции.

В середине прошлого века композиционный центр в большей степени раскрывал облик женщины, подчёркивал индивидуальные черты характера. Дизайнер Юбер Живанши, одевая знаменитую актрису Одри Хепберн, отдавал должное её внешности. В ансамблях, создаваемых для актрисы, дизайнер зачастую ставил акцент на головном уборе или оригинальном украшении выреза платья, привлекая внимание к миловидному и очень нежному личику кинодивы. Примером тому могут служить многочисленные шляпы и платья с разнообразными бантами в костюмах её героинь (рис. 1).



Рисунок 1 – Костюм Одри Хепберн

Наряду с Одри Хепберн иконой стиля XX века является темпераментная Бриджит Бардо, которая так же центральным в своём облике выставляла лицо. Правда, подчёркивалось оно не шляпками, а с помощью причёсок. Пышные, собранные кверху волосы и легендарная бабетта неразрывны с именем легендарной Бардо и стали её «визитной карточкой».

Современные дизайнеры Европейской школы показывают более техничные решения, представляющие человека как некий симбиоз образа персоны и индивидуального взгляда художника. Модели представляются крупно, единым мазком, а нюансы и лирика душевных переживаний отходят на второй план.

Например, Джорджио Армани чаще всего строит композиционный центр по закону количества. Так, в модели на рисунке 2а мы видим головной убор, который является композиционным центром. Он явно больше по величине, объёмности и массе, что позволяет ему доминировать в модели. Жакет, представленный на рисунке 2б, становится главенствующим над остальными частями образа Дивы-гангстера. Даже характерная шляпа лишь помогает выразить элегантную лихость типажа. В костюме на рисунке 2в масса сосредоточена в пелерине, делающая форму ансамбля неустойчивой и хрупкой. Но таков замысел художника, а центр композиции – средство его воплощения.



а

б

в

Рисунок 2 – Модели из коллекций Дж. Армани

В отличие от Дж. Армани Исей Мияке предпочитает закону количества закон качества. Этот композиционный приём чётко прослеживается в коллекциях мастера.

На рисунке 3а закон качества преобразует текстильный рисунок, задавая ему новые свойства фактуры и делая пальто преобладающим над другими частями. Здесь присутствует непростой геометрический ритм, что явно привлекает внимание. В следующих пальто (рис. 3б, 3в) мы также видим яркое фактурное решение. Причём, сосредотачивается фактура, отличная от предыдущей, в деталях, выводя их центральными в единой композиции. В модели композиционный центр создаётся художественными, конструктивными или технологическими приёмами дизайн-проектирования.

Современная мода особое внимание уделяет инженерным конструктивным и технологическим средствам создания центра. Новые решения формы деталей в costume созвучны с эстетикой компьютерных технологий и технических изобретений. «Техногенная» эстетика мотивирует к поиску оригинальных решений композиционного центра в costume.



а

б

в

Рисунок 3 – Модели из коллекций И. Мияке

Рассмотрим процесс формирования композиционного центра на примере проектной работы по созданию авторской коллекции под девизом «Ранверс» Саловой Юлии и Ивановой Юлии.

Работа началась с выбора образа – стремительной траектории перемещения кометы. Авторам хотелось, чтобы модель была, как можно больше приближена к ней, воплощала энергию движения.

Формой, ассоциирующейся с этим образом, стала линия. Она выбрана главным средством в организации центра композиции (рис. 4).



Рисунок 4 – Эскизная серия коллекции «Ранверс»

Идея линии в костюме была реализована в первую очередь конструктивно. Авторы применили модули-пояса, которые заложили в строение рукава, пелерины, головных уборов. Технологически линия была воспроизведена с помощью люверсов и шнуровок. Полученная композиция соответствует заданным на начальном этапе эмоциям именно благодаря организованному по закону качества и количества композиционному центру.



Рисунок 5 – Примеры инженерного решения центра композиции в коллекции «Ранверс», авт. Салова Ю., Иванова Ю.

Представление образа кометы через пластику одной композиционной структуры-линии позволило сделать композиционный центр очень мобильным: мы видим его размещение практически на всех зонах композиционного поля костюма. Подобный приём в решении центра через единый мобильный элемент формирует идееёмкую композицию, которая при минимуме выразительных средств демонстрирует множественность образов.

По сути, умение выразить идею лаконично и ёмко отличает правильно сформированную компетенцию дизайнера. Это было отмечено экспертной комиссией Межрегионального конкурса «Серебряная нить» – 2013, присудившей коллекции «Ранверс» первое место в категории «Начинающие портные».

Работа над поиском композиционного решения костюма или другого проектируемого предмета представляет собой творческий процесс, который в значительной степени является интуитивным. Понимание значения композиционного центра и сути его организации в структуре композиции позволяет дизайнерам точнее выражать идеи, а зрителям получать истинное наслаждение от фееричного зрелища.

Работа над выбором и организацией композиционного центра должна выстраиваться по алгоритму:

1. Определение источника творчества для разработки, название образа и выбор предмета (артефакта), отражающего семантическую природу образа.

2. Выбор структурной единицы в строении костюма, способной трансформироваться в направлении идентификации с артефактом. Назначение композиционного центра.

3. Трансформация структурной единицы в направлении идентификации с артефактом. Установление закона выделения композиционного центра.

4. Организация композиции относительно строения композиционного центра.

ЛИТЕРАТУРА

1. Джеймс У. Психология. М.: «Педагогика», 1991. 368 с.
2. Козлова Т. В., Ильичева Е. В. Стиль в костюме XX века. М.: Издательство: МГТУ им. А. Н. Косыгина, 2003. 152 с.
3. Упине А. М. Дизайн костюма. Социальный статус. Имидж . М.: РосЗИТЛП, 2009. 152 с.

PROBLEMS OF THE COMPOSITION CENTRE FORMATION (ON THE EXAMPLE OF THE AUTHOR'S COLLECTION)

Keywords: *clothes, composition, artistic idea, the composition center, the organization of the center.*

Annotation. *The main qualitative characteristics of the composition centre are defined. The problem of realization of the artistic idea through the composition center of the models of clothes is indicated. The technology of the composition center formation in the author's collection is demonstrated. The sequence of the development of the composition center of the models of clothes is represented.*

ЕРЕМИНА НАТАЛЬЯ АЛЕКСАНДРОВНА – доцент кафедры «Дизайн и рекламные технологии», Институт пищевых технологий и дизайна – филиал Нижегородского государственного инженерно-экономического института, Россия, Нижний Новгород, (ereminanatal@yandex.ru).

EREMINA NATALYA ALEKSANDROVNA – docent of the chair «Design and advertising technologies», Institute of food technology and design – a branch of the Nizhny Novgorod state engineering and economic institute, Russia, Nizhniy Novgorod, (ereminanatal@yandex.ru).

ИВАНОВА ЮЛИЯ ДМИТРИЕВНА, – студентка, Институт пищевых технологий и дизайна – филиал Нижегородского государственного инженерно-экономического института, Россия, Нижний Новгород, (nktdo@yandex.ru).

IVANOVA JULIA DMITRIEVNA – students, the Institute of Food Technology and Design – a branch of the Nizhny Novgorod State Engineering-economic Institute, Russia, Nizhny Novgorod, (nktdo@yandex.ru).

САЛОВА ЮЛИЯ ГРИГОРЬЕВНА – студентка, Институт пищевых технологий и дизайна – филиал Нижегородского государственного инженерно-экономического института, Россия, Нижний Новгород, (nktdo@yandex.ru).

SALOVA YULIA GRIGORIEVNA – students, the Institute of Food Technology and Design – a branch of the Nizhny Novgorod State Engineering-economic Institute, Russia, Nizhny Novgorod, (nktdo@yandex.ru).

В. В. КОСОЛАПОВ, А. Н. СКОРОХОДОВ

ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРИКАТЫВАЮЩЕГО БОРОЗДООБРАЗУЮЩЕГО КОЛЕСА

***Ключевые слова:** борозда, глубина, давление, качество, колесо, проектирование, теоретический расчет.*

***Аннотация.** В данной статье производится расчет оптимальной геометрии бороздообразовательного колеса для обеспечения требуемого качества создания посевного ложа.*

Анализируя существующие конструкции посевных агрегатов [5, с. 79], мы пришли к выводу о необходимости группирования стрельчатой лапы прикатывающим бороздообразующим колесом [6, с. 207].

Проведенный анализ существующих технологий заделки семян в почву позволяет утверждать, что использование прикатывающего бороздообразующего колеса, позволит создать бороздку с уплотнённым дном и стенками. Борозда выполняется путем смятия почвы на определенную глубину так, что образуется уплотненное дно, имеющее необходимую ширину для хорошего контакта семян с почвой и уплотненные стенки, образующие с дном округление, способствующие более точному расположению семян в ложе [4, с. 118].

Уплотнение дна борозды вызывает подток влаги и питательных веществ к семенам, что увеличивает их всхожесть. Уплотнение стенок борозды не позволяет почве преждевременно осыпаться и закрывать дно борозды.

Вопросами качения катка и колеса с жестким ободом занимались В. А. Желиговский, А. Ф. Полетаев, Г. А. Хайлис, и др.

Известно, что почва состоит из твёрдой фракции, пустот и влаги – все это образует характерную пористую структуру.

Твёрдая фракция имеет свой удельный вес

$$\gamma = \frac{m_T}{V_T}, \quad (1)$$

где m_T – масса твердых частиц почвы, кг; V_T – объём твердых частиц, м^3 .

Твёрдая фракция, в свою очередь, образует так называемый скелет, плотность которого равна

$$\rho = \frac{m_T}{V}, \quad (2)$$

где V – общий объём почвы без нарушения целостности строения, м^3 .

Общая пористость определяется:

$$\rho = \frac{m_T}{V}. \quad (3)$$

Удельный вес твердой фазы почвы остаётся неизменным, независимо от воздействия оказываемого на него. Скелета почвы характеризуется как структура, состоящая из твердых частиц и пустот различного размера. От их соотношения зависит пористость n и общий объём V . В результате изменяется плотность скелета почвы ρ и определяет необходимые условия для прорастания семян.

При сжатии почвы происходит уменьшение расстояния между частицами и увеличение плотности скелета. При этом, чем больше плотность, тем большую нагрузку нужно приложить для его смятия. Зависимость сопротивления почвы от глубины смятия в общем виде определяется так [7, с. 97]:

$$\sigma = k \cdot h^c, \quad (4)$$

где σ – сопротивление почвы смятию, Па; h – глубина смятия, м; k – коэффициент пропорциональности; c – коэффициент, характеризующий степень возрастания нагрузки при смятии, принимается в диапазоне от 0 до 1. Ввиду сложности определения данного коэффициента использование данного уравнения затруднительно.

В работах ряда исследователей [2, с. 44] предлагается использовать зависимости сопротивления почвы, представленные в виде гиперболы 1 (рис. 1).

Принимая во внимание данные исследований вышеупомянутых исследователей, можно предположить, что при малых глубинах заделки семян можно принять пропорциональную зависимость 2 (рис. 2), получая при этом следующую зависимость:

$$\sigma = q \cdot h, \quad (5)$$

где q – величина объемного смятия почвы, H/m^3 , принимается равным $2-4 \cdot 10^6$ H/m^3 для вспаханной почвы. Исходя из этой зависимости, можно определить реакцию почвы на прикатывающее бороздообразующее колесо.

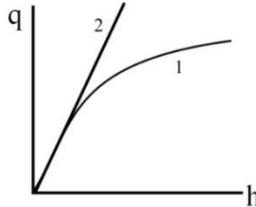


Рисунок 1 – Зависимости сопротивления почвы от глубины смятия

Обоснование конструктивных параметров бороздообразующего колеса

При работе бороздообразующего колеса, путём смятия почвы, должна образовываться борозда требуемой геометрической формы и качества посевного ложа. Протекающие процессы сопровождаются смятием почвы, её сопротивлением, распределением внутренних напряжений и, как итог, её деформацией. В связи с этим необходимо обосновать параметры основных геометрических параметров бороздообразователя, обеспечивающих перекатывание колеса, за счет сил трения по поверхности поля, без сгребания почвы в валки.

Разрушение и смятие почвенного слоя зависит от соотношения результирующих сил, приложенных к оси катка-бороздообразователя, свойств почвенной среды, конструктивных параметров рабочих элементов катка. Разрушение почвенного слоя происходит при создании напряжений больших, чем напряжение временного сопротивления почвы.

$$\sigma_k = \sigma_0, \quad (6)$$

где σ_k – напряжение, создаваемое катком-бороздообразователем; σ_0 – внутреннее напряжение почвенной среды.

Выполнение данного условия зависит от параметров рабочих элементов катка-бороздообразователя, не допускающих образования наплывов почвы перед катком и последующего его выдавливания из борозды. Этот наплыв можно изобразить в виде так называемого «почвенного комка». Процесс образования борозды заключается в защемлении и разрушении почвенного комка и смятии слоя почвы на

требуемую глубину. При этом возникают силы воздействия катка на почву $P_{\text{бк}}$ и реакция почвы на действие катка совместно с почвенным катком $R_{\text{бк}}$ (рис. 2). Эти силы разлагаются на нормальные и касательные составляющие. Если суммарные значения сил трения касательных составляющих больше выталкивающих сил, то каток перекатывается, подминая под себя требуемый объем почвы и образуя бороздку. Если это условие не соблюдается, то каток сгребает слой почвы, выталкивая его вперед и образуя почвенный валик.

Рассмотрим условия взаимодействия катка с почвой. Для упрощения расчета примем: каток движется без буксования и проскальзывания, условно почвенный комок имеет шаровидную форму, весом комка пренебрегаем. Условие заземления определим из уравнения проекций сил на оси координат:

$$P_x = 0; P_{\text{бк}_x} \cdot \sin \varphi - P_{\text{бк}_m} \cdot \cos \varphi - R_{\text{бк}_x} = 0, \quad (7)$$

$$P_y = 0; P_{\text{бк}_y} - P_{\text{бк}_n} \cdot \cos \varphi - R_{\text{бк}_y} \cdot \sin \varphi = 0, \quad (8)$$

где $P_{\text{бкн}}$ – нормальная сила действия катка на почву, Н; $P_{\text{бкм}}$ – сила трения катка и почвы, Н; $R_{\text{бкx}}$ – реакция почвы на почвенный комок и бороздообразующий каток, Н; φ – угол контакта бороздообразующего катка с почвой, град.

$$\text{Предполагая, что } P_{\text{бк}_m} = \mu_1 \cdot P_{\text{бк}_n}, \quad (9)$$

$$R_{\text{бк}_x} = \mu_2 \cdot R_{\text{бк}_y}, \quad (10)$$

где μ_1, μ_2 – коэффициенты трения бороздообразователя и почвенного комка на почву.

Получим, решая совместно уравнения (7), (9) и (8), (9),

$$P_x = 0; P_{\text{бк}_x} \cdot \sin \varphi - \mu_1 \cdot P_{\text{бк}_n} \cdot \cos \varphi - \mu_1 \cdot R_{\text{бк}_y} = 0,$$

$$(11)$$

$$P_y = 0; R_{\text{бк}_y} - P_{\text{бк}_n} \cdot \cos \varphi - \mu_1 \cdot P_{\text{бк}_n} \cdot \sin \varphi = 0, \quad (12)$$

выразим $R_{\text{бк}_y}$ из уравнения (12) и подставим его в уравнение (11).

$$R_{\text{бк}_y} = P_{\text{бк}_n} \cdot \cos \varphi + \mu_1 \cdot P_{\text{бк}_n} \cdot \sin \varphi,$$

$$P_{\text{бк}_x} \cdot \sin \varphi - \mu_1 \cdot P_{\text{бк}_n} \cdot \cos \varphi - \mu_2 \cdot P_{\text{бк}_n} \cdot \cos \varphi + \mu_2 \cdot \mu_1 \cdot P_{\text{бк}_n} \cdot \sin \varphi = 0,$$

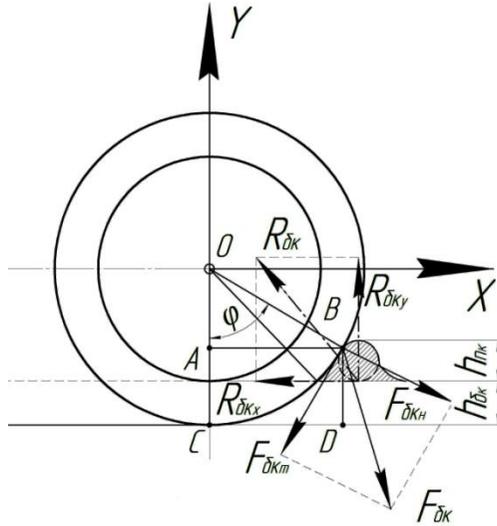


Рисунок 2 – Взаимодействие катка с почвенным комком

$$P_{\sigma_{Kc}} \cdot (\sin\varphi - \mu_1 \cdot \cos\varphi - \mu_2 \cdot \cos\varphi + \mu_2 \cdot \mu_1 \cdot \sin\varphi) = 0,$$

$$P_{\sigma_{Kc}} \cdot ((1 + \mu_1 \cdot \mu_2) \sin\varphi - (\mu_1 + \mu_2) \cdot \cos\varphi) = 0,$$

Из полученного уравнения выражаем угол контакта бороздообразующего катка через tg угла φ

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{\mu_1 + \mu_2}{(1 + \mu_1 \cdot \mu_2) \cdot P_{\sigma_{Kc}}}. \quad (13)$$

Для обеспечения условия защемления почвенного комка, необходимо

$$\operatorname{tg}\varphi \geq \frac{\mu_1 + \mu_2}{(1 + \mu_1 \cdot \mu_2) \cdot P_{\sigma_{Kc}}}. \quad (14)$$

Выражаем угол контакта

$$\varphi \geq \arctg \left(\frac{\mu_1 + \mu_2}{(1 + \mu_1 \cdot \mu_2) \cdot P_{\sigma_{Kc}}} \right). \quad (15)$$

Ориентируясь на рисунок 2, определим минимальный диаметр бороздообразовательного катка через высоту деформируемой части и оптимальный угол φ .

Расстояние от дна борозды до точки B соприкосновения бороздообразователя с почвенным комком определим

$$BD = h_{\delta\kappa} + 0,5h_{n\kappa_{\max}} + 0,5h_{n\kappa_{\max}} \cdot \cos \varphi = h_{\delta\kappa} + 0,5h_{n\kappa_{\max}} \cdot (1 + \cos \varphi). \quad (16)$$

Определим величину AC

$$AC = 0,5d_{\delta\kappa} + 0,5d_{\delta\kappa} \cdot \cos \varphi = 0,5d_{\delta\kappa} \cdot (1 - \cos \varphi). \quad (17)$$

где $d_{\delta\kappa}$ – диаметр бороздообразующего колеса, м.

Т. к. предполагается, что фигура $ABDC$ является прямоугольником, получаем равенство $AC = BD$, из которого можно получить, приравняв правые части уравнений (16) и (17) с учетом (15), минимальный диаметр бороздообразующего колеса:

$$d_{\delta\kappa} = \frac{2h_{\delta\kappa} + h_{n\kappa_{\max}} \cdot \left(1 + \cos \left[\arctg \left(\frac{\mu_1 + \mu_2}{(1 + \mu_1 \cdot \mu_2) \cdot P_{\delta\kappa_i}} \right) \right] \right)}{1 - \cos \left[\arctg \left(\frac{\mu_1 + \mu_2}{(1 + \mu_1 \cdot \mu_2) \cdot P_{\delta\kappa_i}} \right) \right]}. \quad (18)$$

Формулой (17) устанавливается зависимость минимального диаметра бороздообразующего колеса от высоты деформируемого слоя, коэффициентов трения и прижимной силы на колесе.

Определение давления на почву со стороны бороздообразующего прикатывающего колеса

При работе со стороны бороздообразователя на почву действует сила, создающая давление p_{κ} , которое определим как отношение равнодействующей силы $F_{\delta\kappa}$ к площади поверхности контакта бороздообразователя с почвой S_{κ}

$$p_{\delta\kappa} = \frac{P_{\delta\kappa_{\text{общ}}}}{S_{\kappa}}. \quad (19)$$

Однако нельзя просто рассматривать это отношение, поскольку при перекатывании на каток действует как сила тяжести, так и сила тяги, расходуемая на сопротивление перекатыванию и силе трения.

$$P_{\delta\kappa_{\text{общ}}} = \sqrt{P^2 + (G + P_{np_2})^2}. \quad (20)$$

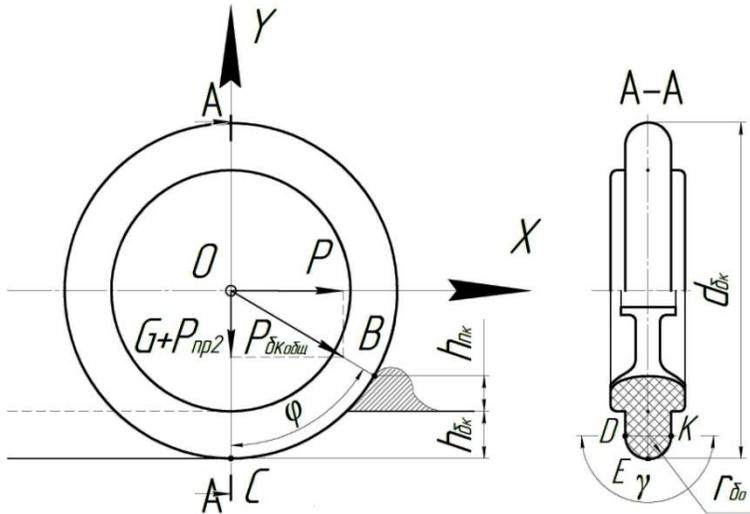


Рисунок 3 – Схема определения катка-бороздообразователя на почвенный слой

Тогда давление создаваемое бороздообразователем определим

$$p_{\text{ок}} = \frac{\sqrt{P^2 + (G + P_{np2})^2}}{S_{\kappa}}. \quad (21)$$

Силу сопротивления перекачиванию катка по поверхности почвы определим по эмпирической формуле [8, с. 452], [3, с. 240]:

$$P = 0,86 \cdot 3 \sqrt{\frac{(G + P_{np2})^4}{4 \cdot q \cdot b \cdot r_{\text{ок}}^2}}. \quad (22)$$

где b – длина дуги бороздообразователя, взаимодействующая с почвой, м.

$$b = \frac{\pi \cdot r_{\text{до}} \cdot \gamma}{180}. \quad (23)$$

В исследуемом случае угол площади контакта составит $\gamma = 180^\circ$, следовательно

$$b = \pi \cdot r_{\text{до}} \cdot \gamma. \quad (24)$$

Площадь контакта катка с почвой определим:

$$S_{\kappa} = \frac{L \cdot b \cdot \varphi}{360}. \quad (25)$$

где L – длина окружности катка, м.

$$L = 2\pi \cdot r_{\text{бк}}. \quad (26)$$

При этом необходимо учесть, что максимальный угол контакта катка с поверхностью почвы $\varphi \leq 45^\circ$.

Подставляя (22) и (25) в (24) получим площадь контакта бороздообразователя и поверхности почвы:

$$S_k = \frac{2\pi \cdot r_{\text{бк}} \cdot r_{\text{бo}} \cdot \varphi}{360}. \quad (27)$$

Рассмотрим случай, при котором $\varphi = 45^\circ$, тогда

$$S_k = 0,785 \cdot r_{\text{бк}} \cdot r_{\text{бo}}. \quad (28)$$

Преобразуя выражение (20) с учетом (21) и (26), получим

$$p_{\text{бк}} = \frac{\sqrt{0,7396 \cdot \left(\frac{(G + P_{np_2})^4}{4 \cdot q \cdot b \cdot r_{\text{бк}}^2} \right)^{2/3} + (G + P_{np_2})^2}}{0,785 \cdot r_{\text{бк}} \cdot r_{\text{бo}}}. \quad (29)$$

Таким образом, для определения давления, оказываемого со стороны бороздообразующего катка на почву, необходимо знать силу сжатия пружины, вес и ряд геометрических параметров, определяющих форму катка.

Определение требуемой прижимной силы

При работе прикатывающего бороздообразующего колеса происходит его перекатывание под действием тягового усилия P со стороны агрегата и заглупление в слой почвы за счет действия прижимной пружины P_{np_2} и силы тяжести $G_{\text{бк}}$, при этом противодействующая этим силам является реакция $R_{\text{бк}}$, действующая со стороны почвы. Принимая систему координат XOY , разложим $R_{\text{бк}}$ на составляющие по осям.

$$R_{\text{бк}} = \sqrt{R_{\text{бк}_x}^2 + R_{\text{бк}_y}^2}. \quad (29)$$

Для определения значений реакций $R_{\text{бк}_x}$ и $R_{\text{бк}_y}$ Летошневым М. Н. и Боковым Д. В. предлагается исходя из зависимости (5) выразить следующие выражения [2, с.45]:

$$R_{\text{бк}_x} = q \cdot \frac{h_{\text{бк}}^2}{2} \cdot b_{\text{бк}}, \quad (30)$$

$$R_{\text{бк}_y} = \frac{2}{3} \cdot q \cdot b_{\text{бк}} \cdot \sqrt{2r_{\text{бк}}} \cdot h_{\text{бк}}^{1,5}, \quad (31)$$

где $R_{\text{бк}_x}$ и $R_{\text{бк}_y}$ – вертикальная и горизонтальная составляющие реак-

ции, H ; $b_{\delta k}$ – ширина бороздообразователя, м; $r_{\delta k}$ – радиус бороздообразователя, м; $h_{\delta k}$ – глубина погружения бороздообразователя, м.

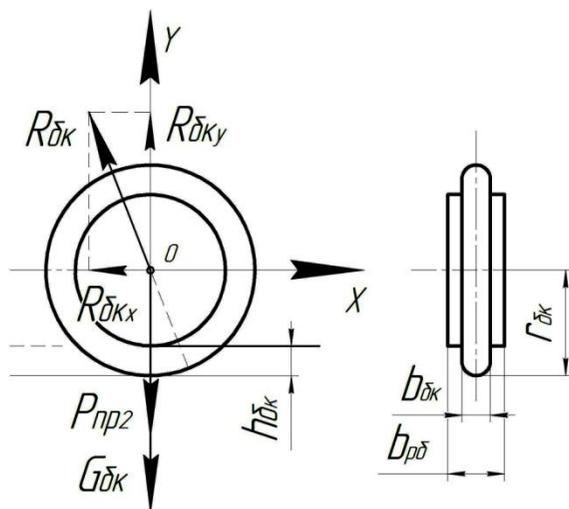


Рисунок 4 – Схема взаимодействия колеса и почвы

Выражения (30) и (31) подтверждаются рядом других исследователей [1, с.124].

Ввиду постоянных вертикальных перемещений бороздообразующего колеса, выражение вертикальной реакции $R_{\delta k y}$ является не достаточно точным и требует уточнения расчетных значений. Также в уравнении (31) не учитывается влияние скорости на процесс выглубления бороздообразующего колеса, что, в свою очередь, ведет к увеличению вероятности нарушения регламента на посев.

Предположим, что колесо, перекатываясь в почвенном слое, находится на глубине $h_{\delta k}$ (рис. 5). При этом с изменением глубины до $h_{\delta k1}$ нормальная реакция также будет изменяться согласно (5).

В результате мы можем получить элементарную нормальную реакцию

$$dR_{\delta k} = q \cdot h_{\delta k_1} \cdot b_{\delta k} \cdot dS, \quad (32)$$

где dS – элемент длины бороздообразователя.

Составляющая реакции по вертикали

$$dR_{\delta k_y} = dR_{\delta k} \cdot \cos \varphi, \quad (33)$$

где φ – текущий угол контакта бороздообразователя с почвой.

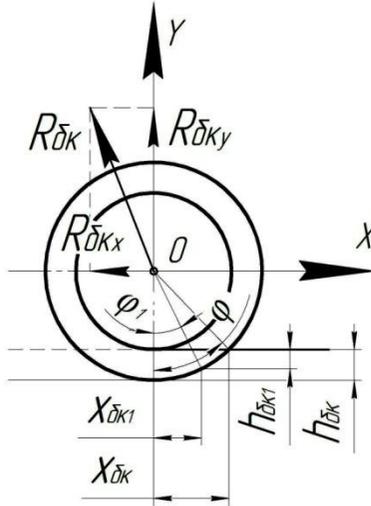


Рисунок 5 – Изменение заглубления борообразователя в почву

Имея в виду, что $dS \cdot \cos \varphi = dx$, получаем:

$$dR_{0ky} = \int_0^{x_{0k}} q \cdot h_{0k} \cdot b_{0k} \cdot dx. \quad (34)$$

Предполагая, что $h_{0k1} = h_{0k} - r_{0k} + r_{0k} \cdot \cos \varphi$, $x_{0k1} = r_{0k} \cdot \sin \varphi$, тогда:

$$R_{0ky} = \int_0^{\varphi} q \cdot b_{0k} \cdot (h_{0k} - r_{0k} + r_{0k} \cdot \cos \varphi) \cdot dr_{0k} \cdot \sin \varphi. \quad (35)$$

В результате решения данного интеграла получим

$$R_{0ky} = \frac{q \cdot b_{0k} \cdot r_{0k}^2}{2} \cdot (\varphi - \sin \varphi \cdot \cos \varphi), \quad (36)$$

где $\varphi = \arccos \frac{r_{0k} - b_{0k}}{r_{0k}}$, рад.

При этом результирующая нормальная сила на борообразова-

теле будет равна

$$R_{\bar{\sigma}k} = \sqrt{R_{\bar{\sigma}k_x}^2 + R_{\bar{\sigma}k_y}^2}, \quad (37)$$

$$R_{\bar{\sigma}k} = \sqrt{\left(q \cdot \frac{h_{\bar{\sigma}k}^2}{2} \cdot b_{\bar{\sigma}k}\right)^2 + \left(\frac{q \cdot b_{\bar{\sigma}k} \cdot r_{\bar{\sigma}k}^2}{2} \cdot (\varphi - \sin\varphi \cdot \cos\varphi)\right)^2}, \quad (38)$$

$$R_{\bar{\sigma}k} = \frac{q \cdot b_{\bar{\sigma}k}}{2} \cdot \sqrt{h_{\bar{\sigma}k}^4 + r_{\bar{\sigma}k}^2 \cdot (\varphi - \sin\varphi \cdot \cos\varphi)^2}. \quad (39)$$

Боков Д.В. предлагает использовать дополнительный вариант расчета нормальной реакции через уравнение [2, с.48].

$$S = 2 \cdot r_{\bar{\sigma}k} \cdot \sin \frac{\varphi}{2} = \sqrt{2 \cdot r_{\bar{\sigma}k}} \cdot \sqrt{h_{\bar{\sigma}k} - h_{\bar{\sigma}k_1}}. \quad (40)$$

Подставляя данное выражение в (36) и решая уравнение, получим:

$$R_{\bar{\sigma}k} = \frac{2}{3} \cdot q \cdot b_{\bar{\sigma}k} \cdot \sqrt{2 \cdot r_{\bar{\sigma}k}} \cdot h_{\bar{\sigma}k}^{1,5}. \quad (41)$$

$$P_{np_2} = G_{\bar{\sigma}k} - \frac{2}{3} \cdot q \cdot b_{\bar{\sigma}k} \cdot \sqrt{2 \cdot r_{\bar{\sigma}k}} \cdot h_{\bar{\sigma}k}^{1,5} \cdot \cos\varphi. \quad (42)$$

Анализ и сравнение выражений (39), (41) позволяет определить значение реакций, действующих на бороздообразователь со стороны почвы, и силы сжатия прижимной пружины, требуемой для обеспечения необходимой глубины борозды.

Определение плотности посевного ложа после прохода прикатывающего бороздообразующего катка

Плотность посевного ложа определим из уравнения

$$\rho_{\bar{\sigma}k} = \frac{\rho_{m\phi}}{k_n + 1}, \quad (43)$$

где $\rho_{тф}$ – плотность твёрдой фракции почвы, кг/м³. K_n – коэффициент пористости.

Коэффициент пористости определяется по уравнению:

$$k_n = k_0 - f^{-1} \cdot \ln \frac{P^{\bar{\sigma}k}}{9,8 \cdot 10^4}, \quad (44)$$

где k_0 – коэффициент пористости почвы при нагрузке $9,8 \cdot 10^4$ Па;

f – коэффициент сжимаемости почвы.

Преобразуя уравнение (43) с учетом (44) и (41), получим

$$\rho_{\text{бк}} = \frac{\rho_{\text{мф}}}{k_0 - \frac{1}{f} \cdot \ln \frac{\sqrt[3]{0,7396 \left(\frac{(G_{\text{бк}} + P_{\text{нр2}})^4}{4 \cdot q \cdot b \cdot r_{\text{бк}}^2} \right)^{2/3} + (G + P_{\text{нр2}})^4}}{9,8 \cdot 10^4 \cdot 0,785 \cdot r_{\text{бк}} \cdot r_{\text{бo}}}} + 1}, \quad (45)$$

Посредством использования уравнения (45) можно получить значение плотности почвы посевного ложа с учетом конструктивно-технологических параметров прикатывающего бороздообразующего катка.

Выводы

На основе проведенного теоретического анализа работы прикатывающего бороздообразующего колеса можно сделать следующие выводы:

Величина уплотнения почвы на дне борозды зависит от геометрических параметров колеса ($r_{\text{бк}}$ и $r_{\text{бo}}$), от силы натяжения прижимной пружины ($P_{\text{нр2}}$) и первоначальной структуры и физико-механических свойств самой почвы. При этом необходимо учитывать конструктивные особенности конструкции посевной секции и глубины смятия почвенного слоя.

Изменение конструкции бороздообразующего колеса позволяет прогнозировать качество его работы:

- радиус $r_{\text{бк}}$ отвечает за плавность хода сошника и должен обеспечивать снижение качения колеса и уменьшения влияния в связи с защемлением почвенных комков;

- уменьшение радиуса $r_{\text{бo}}$ способствует уменьшению давления на почву, при этом ухудшается равномерности глубины хода сошника, т.к. требуется большее усилие вдавливания, что может привести к переуплотнению почвы, при этом данный параметр должен создавать борозду, геометрическая форма которой будет препятствовать выскакиванию посевного материала;

- размеры и форма ограничительных реборд должны отвечать за исключение возможности излишнего заглупления бороздообразователя и уплотнения почвы рядом с почвой, для уменьшения осыпания почвы внутрь борозды.

Исходя из указанных выше условий выбираем минимально необходимые размеры прикатывающего бороздообразующего колеса равные: $r_{\text{бк}} = 0,12\text{ м}$; $r_{\text{бo}} = 0,01\text{ м}$; $b_{\text{рб}} = 0,04\text{ м}$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабков В. Ф., Безрук В. М. Основы грунтоведения и механики грунтов. М.: Высшая школа, 1976. 328 с.
2. Боков Д. В. Совершенствование технологии заделки семян в почву и обоснование конструкции заделывающего органа: // Автореф. дисс. ...канд.тех.наук. Саратов.: 2004. 22 с.
3. Кленин Н. И., Сакун В. А. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. М.: Колос, 1994. 751 с.
4. Косолапов В. В. Модернизированный сошниковый механизм для совершенствования технологического процесса формирования посевного ложа // Вестник НГИЭИ. 2011. Том 2. № 2. С. 112–122.
5. Косолапов В. В., Косолапова Е. В. Сравнительный анализ сошниковых механизмов посевных агрегатов // Вестник НГИЭИ. 2011. Том 2. № 1. С. 77–89.
6. Косолапов В. В., Скороходов А. Н. Посев сахарной свеклы пропашными сеялками с модернизированной сошниковой группой // Вестник НГИЭИ. 2012. № 4. С. 204–210.
7. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2007: стат. сб. Росстат. М., 2007. 991с.
8. Саакян С. С. Сельскохозяйственные машины. Конструкция, теория расчет. Машины для обработки почвы, посева и посадки, внесения удобрений, для борьбы с вредителями и болезнями сельскохозяйственных растений. М.: Сельхозиздат, 1962. 328 с.

SELECTION AND BASIS OF GEOMETRIC PARAMETERS OF FURROW MAKING WHEELS

Keywords: furrow, depth, pressure, quality, wheel, designing, theoretical calculation.

Annotation. This article calculates the optimum geometry of furrow making wheels to ensure the required quality of creation of the seedbed.

КОСОЛАПОВ ВЛАДИМИР ВИКТОРОВИЧ – старший преподаватель кафедры «Механика и сельскохозяйственные машины», Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (Vladimir.kosolapov@mail.ru).

KOSOLAPOV VLADIMIR VIKTORIVICH – senior lecturer of the chair «Mechanics and agricultural machinery», Nizhniy Novgorod state engineering and economic institute, Russian, Knyaginino, (Vladimir.kosolapov @ mail.ru).

СКОРОХОДОВ АНАТОЛИЙ НИКОЛАЕВИЧ – доктор технических наук, профессор, почетный работник высшего профессионального образования РФ, декан факультета «ПРИМА», кафедра «Эксплуатация машинно – тракторного парка», Московский государственный агроинженерный университет имени В. П. Горячкина, Россия, Москва, (prima@msau.ru).

SKOROKHODOV ANATOLIY NIKOLAEVICH – doctor of technical sciences, professor, honored worker of higher professional education of the Russian Federation, dean of the faculty, «PRiMA», chair of operating of cars and tractors Moscow state university of agricultural engineering after V.P. Goryachkina, Russi, Moscow , (prima@msau.ru).

ФИТОЭКСТРАКАЦИЯ КАК СПОСОБ ФИТОРЕМЕДИАЦИИ ПОЧВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Ключевые слова: биологическая очистка почв, загрязнение почв, поллютанты почв, специальный севооборот, фиторемедиация, фитоэкстракция.

Аннотация. Обоснована проблема необходимости биологической очистки почв, загрязненных антропогенными поллютантами, дан обзор опыта применения методов биологической очистки и, в частности, фитоэкстракции почв земель сельскохозяйственного назначения. Предложено использование специальных севооборотов для очистки от антропогенных поллютантов почв земель сельскохозяйственного назначения.

С развитием технологий все большее количество веществ используется человеком в хозяйственной деятельности. Большинство используемых в технологических процессах веществ не встречается в естественной природе. Они не вписаны в природные круговороты, не имеют сложившихся химических и биохимических отношений с абиотическими компонентами экосистем и с биотой. То есть являются по отношению к естественным экосистемам загрязнителями. Состав этих продуктов весьма разнообразен, что затрудняет создание универсальной технологии утилизации твердых и жидких промышленных и бытовых отходов.

Не углубляясь в подробный перечень веществ, входящих в состав ПО и ТБО, можно сказать, что большинство из них являются вредными и опасными уже в силу своего антропогенного, то есть неестественного происхождения. Количество этих веществ колоссально и продолжает нарастать. Количество твердых бытовых отходов (ТБО) только в России ежегодно возрастает на 30 млн тонн. Большая часть этих отходов попадает на специализированные полигоны для захоронения или хранения, редко для переработки. В силу того, что состав сбрасываемых веществ на разных полигонах различен, а также из-за

множества других факторов, часто неизвестно, какие процессы происходят в массе накапливаемых отходов.

Продукты этих реакций разным путем: с пылью, с дренажной водой, плоскостным поверхностным смывом и др. попадают в реки, на земли сельскохозяйственного назначения. А оттуда – на стол человеку, который будучи универсальным консументом, потребляет загрязнители как непосредственно с растительной, так и опосредованно, с животной пищей. Сложившаяся ситуация вызывает озабоченность властей, ученых, общественности и обуславливает необходимость разработки массовых простых и достаточно эффективных технологий возврата в природу элементов, прошедших реформацию в ходе хозяйственных процессов и ставших, таким образом, загрязнителями.

Для решения проблемы утилизации и обеззараживания отходов разработано много разнообразных технологий, часть из них более или менее успешно применяется и в ряде случаев даёт положительный экологический и экономический эффект. В европейских государствах 40 % отходов превращают биологической обработкой в органические удобрения, 10 % сжигают на мусоросжигательных заводах, 40 % отходов захоранивают в третьих странах, а оставшиеся 10 %, в основном активный ил, сбрасывают в моря [1]. Все это имеет смысл лишь в случае сбора и накопления отходов. Однако известно, что значительная часть загрязнителей теряется и бесконтрольно распространяется в процессе добычи сырья, при транспортировке, производстве и хранении. И в этих случаях можно говорить о значительных площадях земель, в том числе, и сельскохозяйственного назначения, подвергающихся загрязнению вблизи мест ведения хозяйственной деятельности. На этих территориях наиболее предпочтительными методами очистки почв нам представляются биологические и, в первую очередь, фиторемедиация – от греческого «фитон» (растение) и латинского «ремедиум» (восстанавливать). В настоящее время на фиторемедиацию в США затрачивается порядка 150 млн долларов в год, что составляет 0,5 % всех затрат на очистку окружающей среды. В Европе фиторемедиация пока не имеет широкого применения, однако ситуация может измениться в ближайшем будущем в связи с повышением к ней интереса, а также по причине наличия большого количества загрязнённых районов на территории восточно-европейских государств – членов Евросоюза [3]. Фиторемедиация также может получить широкое применение в развивающихся странах в связи с низкой себестоимостью и простотой применения. Возможность очистки почвы и воды от радионуклидов с помощью проростков подсолнечника была успешно продемонстрирована на территории, зараженной ураном, в США, а также

на Украине, на небольшом водоеме в километре от четвертого реактора Чернобыльской АЭС. Концентрация урана в растениях в тридцать тысяч раз превышала его концентрацию в почве и воде, а для цезия-137 и стронция-90 эта величина составила в восемь и две тысячи раз соответственно.

Значительную часть загрязнителей сельскохозяйственных земель составляют неорганические поллютанты, которые не могут быть деградированы только почвенными процессами. Это макроэлементы растений (нитраты, фосфаты), микроэлементы (такие как Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn), несущественные для растения элементы (Cd, Co, F, Hg, Se, Pb, V, W) и радиоактивные изотопы (U238, Cs137 и Sr90). Сюда же следует отнести группу поллютантов, представленных так называемыми тяжелыми металлами.

Тяжелые металлы – это условно названная группа металлов и металлоидов с атомным весом более 50 у.е. При дефицитном или нормальном их содержании в почвах и живых организмах они выступают как микроэлементы, при избытке – как ядовитые вещества.

В естественных условиях почвы содержат определенное количество тяжелых металлов, которое называется фоновым содержанием. Тяжелые металлы возникли из горных пород, на продуктах выветривания которых сформировался почвенный покров. Горная порода состоит примерно из 90 элементов. На долю девяти из них (алюминий, кальций, железо, магний, кислород, калий, кремний, натрий и титан) приходится около 99 % массы.

Микроэлементы составляют всего лишь порядка 0,14 %. Фоновое содержание тяжелых металлов в почвах в естественных условиях зависит от почвообразующей породы. Наименьшее содержание их присуще флювиогляциальным пескам и супесям. Напротив, моренные, покровные и лессовидные суглинки содержат значительно большее количество тяжелых металлов. До сих пор не существует широко применяемых технологий очистки земель сельскохозяйственного назначения от этих токсикантов. А проблема загрязнения этими веществами среды стоит очень остро и требует своего решения.

Молекулы и ионы загрязнителей в окружающей среде динамичны как в пространстве, так и во времени. В профиле почвы их распределение неравномерно: например, больше тяжелых металлов содержится в гумусовом слое, незначительное количество их наблюдается в иллювиальном и карбонатном горизонтах и совсем мало – в подзолистом. Дерновый процесс почвообразования способствует накоплению, а подзолистый процесс – вымыванию элементов и закреплению их в иллювиальном горизонте почвы.

Пока полностью не выяснен механизм поглощения и перемещения поллютантов по тканям растений. Однако предполагается, что накопление ионов веществ – загрязнителей, в том числе тяжелых металлов, является проявлением попытки растения защитить жизненно важные структуры от избыточного поступления этих веществ. Начальным органом защиты растительного организма от токсикантов является корневая система корня. Защита сводится в основном к задержке избыточных ионов в корнях, к ограничению их поступления в важные обменные центры, репродуктивные и запасающие органы.

В результате содержание тяжелых металлов в корнях может быть в десятки раз больше, чем в наземных органах. При этом очевидна существенная специфика растений. Например, для клевера соотношение между содержанием тяжелых металлов в корнях и надземной части значительно меньше, чем для ячменя. В овощных культурах (капуста, свекла), наоборот, загрязненность в надземной части в 3–5 раз выше, чем в корнях. По отношению к разным тяжелым металлам защитные возможности растений проявляются неодинаково. Так свинец в основном задерживается уже в корнях, а кадмий – сравнительно легко проникает в надземные органы.

Зеленые растения способны извлекать из окружающей среды и концентрировать в своих тканях различные элементы, в том числе тяжелые металлы – например, мышьяк, кадмий, медь, ртуть, селен, свинец, а также радиоактивные изотопы стронция, цезия, урана и другие радионуклиды. Растительную массу не составляет особого труда собрать и сжечь, а образовавшийся пепел или захоронить, или использовать как вторичное сырье. Применение для очистки среды растений стало эффективным и экономически выгодным методом только после того, как были обнаружены растения–гипераккумуляторы поллютантов, способные накапливать в своих тканях значительное количество никеля, цинка или меди в пересчете на сухой вес – то есть в десятки раз больше, чем обычные растения (табл. 1).

Например, в качестве аккумуляторов соединений тяжелых металлов рекомендуются такие распространенные культуры, как горчица (количество накопленной меди – 190 мкг/г, цинка 100 мг/г, свинца – 9,4 мг/г), клевер (количество накопленной меди – 180 мкг/г, цинка 42 мг/г, свинца – 3,6 мг/г) и овёс (количество накопленной меди – 185 мкг/г, цинка 125 мг/г, свинца – 1,4 мг/г).

Таблица 1 – Предельные концентрации различных металлов у растений-сверхнакопителей

Содержание металла, мкг/г сухой массы	Накопление металла, % от сухой массы	Накапливаемый металл
100	0,01	Cd, As
1000	0,10	Co, Cu, Cr, Pb
10000	1,00	Mn, Ni

Этот способ удаления загрязнителей почвы с помощью специально выращиваемых растений получил название фитоэкстракции. Фитоэкстракция – использование естественных растений аккумуляторов, способных накапливать поллютанты в надземных органах специально выведенных сортов растений и определенных обработок почвы для переноса элемента-загрязнителя в надземные части растения, которые затем утилизируются. Данная технология главным образом используется для очистки от неорганических поллютантов (металлы, селен, мышьяк, радионуклиды).

В сложившихся в настоящее время системах земледелия выращивание культур организовано в большинстве случаев в форме севооборотов. Известно, что в большинстве случаев севооборот эффективнее возделывания монокультуры. Севооборотом отчасти решаются вопросы засоренности поля. Использование севооборота можно решать проблемы борьбы с вредителями и болезнями сельскохозяйственных растений. Введение в севооборот сидератов, промежуточных культур, активных паров способствует активизации почвенной микрофлоры.

Уже имеется опыт использования фиторемедиации в качестве метода очистки значительных площадей от поллютантов. С целью интенсификации и увеличения эффективности процесса, видимо, целесообразно применять специальные севообороты, включающие возделывание гипераккумуляторов, технологии стимулирования почвенной микрофлоры, возделывание культуры-предшественника гипераккумулятора, а также стадии, способствующие оптимизации условий выращивания гипераккумулятора как основной культуры специального севооборота.

С учетом климатических и почвенных условий, состава основных загрязнителей, технологий дальнейшего использования урожая, содержащего фитоэкстрагированные загрязнители, можно разработать

оптимальный севооборот для практически любого поля. Например, для очистки широко распространенной в Волго-Вятском регионе России светло-серой лесной почвы от соединений тяжелых металлов можно чередовать клевер, овес, кормовую свеклу, горчицу в качестве сидерата и чистый пар с внесением минеральных удобрений для активизации почвенной микрофлоры и борьбы с сорняками, вредителями и болезнями культур. Конечно, основной целью такого севооборота следует считать удаление из почвы избытка поллютанта, а не получение продовольственного или фуражного урожая. Очевидно, фитоэкстракция загрязнителей из почв будет иметь смысл только в случае полного прекращения загрязнения данной территории газопылевыми и другими выбросами техногенного происхождения.

При этом вся доступная растительная масса должна удаляться с поля. В дальнейшем полученная биомасса может быть использована как топливо, как сырье для получения биогаза или с другой целью, но с учетом исключения возможности возврата содержащихся в ней загрязнителей в окружающую среду. Полученную от сжигания урожая, содержащего, например, тяжелые металлы, золу можно использовать как сырье для получения этих веществ с целью дальнейшего хозяйственного использования, рекуперации.

Естественно, что применение специального севооборота приведет к временному выведению поля из нормального режима эксплуатации. Однако экономический эффект от использования урожая специального севооборота как сырья и топлива способен частично погасить возникающие при этом потери. А очищенное путем фиторемедиации до степени пригодности для сельскохозяйственного использования поле, дающее урожай незагрязненных безопасных продуктов, нужно оценивать уже не только с экономических позиций, но и как вклад в реализацию концепции Устойчивого развития.

При принятии решения о выборе конкретного севооборота для проведения фитоэкстракции необходимо, во-первых, иметь достоверную информацию о перечне и содержании поллютантов, против которых направлен процесс. Эту информацию с высокой степенью достоверности можно получить, поскольку методики количественного и качественного анализа любого материала известны. Во-вторых, желательно подобрать в севообороте среди культурных или местных диких растений виды, производящие большую биомассу и максимально аккумулирующие тяжелые металлы в надземной биомассе без выраженных признаков фитотоксичности, растения таким образом, чтобы процесс происходил максимально эффективно, то есть знать потенциальные возможности растений накапливать в разных частях организма

имеющиеся поллютанты. Эта сторона на сегодня исследована пока недостаточно. В качестве фитоэкстракторов успешно применяли горчицу *Brassicajuncea* и подсолнечник *Helianthusannuus* (неорганические поллютанты) [2]; бурачок Бертолона *Alyssumbertolonii* (никель); марь белую *Chenopodiumalbum* L. (свинец, цинк, кадмий); лебеду туркменскую *Atriplexleucoclada*, лох узколистный *Eleagnusangustifolia* L., спорыш обыкновенный *Polygonumarenastrum* (свинец, цинк, кадмий). Однако перечень исследуемых растений ограничен, а результаты, полученные в различных опытах, значительно отличаются друг от друга.

С целью сохранения сельскохозяйственных земель от загрязнения и возврата в оборот загрязненных антропогенными поллютантами почв необходима полномасштабная апробация технологии фитоэкстракции загрязнителей из почв на различных территориях. Особое значение приобретает апробация данной технологии при восстановлении сельскохозяйственных земель в регионах с так называемой перекрывающейся промышленной и сельскохозяйственной деятельностью, что позволило бы вернуть загрязненные дефицитные пахотные земли в севооборот.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бельков В. М. Методы, технологии и концепции утилизации углеродосодержащих промышленных и твердых // Электронный журнал энергосервисной компании «Экологические системы» – Всероссийский научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта (ВНИИЖТ). – №11. – 2007. Источник: <http://www.energospace.ru>.

2. Писаренко Е. Н. Восстановление сельскохозяйственных земель, загрязненных тяжелыми металлами при различных уровнях засоления // 21 Молодые ученые – наука и производство: Материалы конференции молодых ученых. Саратов: изд-во СГТУ, 2007. С. 162–164.

3. Г. Г. Хайруллина, Э. М. Зайнутдинова Очистка почв от нефтепродуктов при помощи растений и ассоциированных с ними микроорганизмами // Актуальные проблемы науки и техники, сборник трудов 4 международной научно – практической конференции молодых ученых. Уфа, издательство «Нефтегазовое дело» 2012. С. 107.

PHYTOEXTRACTION AS A WAY TO USE PHYTOREMEDIATION OF AGRICULTURAL SOIL

Keywords: *bioremediation of soils, soil pollution, soil pollutants, special crop rotation, phytoremediation, phytoextraction.*

Annotation. *The problem of necessity of bioremediation of soils contaminated by man-made pollutants, an overview of the experience of the biological treatment techniques and, in particular, phytoextraction of arable lands are considered. The use of special crop rotations to clean anthropogenic pollutants from agricultural lands.*

МАРТЬЯНЫЧЕВ АЛЕКСАНДР ВЛАДИМИРОВИЧ – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Основы сельского хозяйства, химии и экологии», Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (mav59@list.ru).

MARTYANYCHEV ALEKSANDR VLADIMIROVICH – candidate of agricultural sciences, docent of «Bases of agriculture, chemistry, ecology», Nizhny Novgorod state engineering and economic institute, Russian, Knyaginino, (mav59@list.ru).

Е. Б. МИРОНОВ

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ МОДЕРНИЗИРОВАННОГО ИНДУКЦИОННОГО НАГРЕВАТЕЛЯ

Ключевые слова: блок управления, индукционный нагреватель жидких сред, тепловое реле, температурный контроллер, твердотельное реле.

Аннотация. Приводятся сведения о разработке конструкционного решения снижения гидравлического сопротивления индукционного нагревателя жидких сред, алгоритме с математическим обеспечением расчета гидравлического сопротивления модернизированного индукционного нагревателя и его электрической схемы, а также выводы по результатам выполненных исследований.

Завершены исследования на тему «Разработка и обоснование параметров энергосберегающего индукционного нагревателя для сельскохозяйственных производств и быта». Основные моменты исследований (общий вид испытательного стенда, макета, принцип обрешения индуктора и центрального цилиндрического канала показан на рис. 1, 2 и отражены в работах [1, с. 30–31].

В процессе исследований разработано устройство индукционного нагрева жидких сред (ИНЖС) рис. 1, содержащее цилиндрический корпус 1 с крышкой 2 и днищем 3, центральный цилиндрический канал 4, оснащённый винтовыми рёбрами 5, индуктор 6, выполненный в виде цилиндра, оснащенный винтовыми рёбрами 7, смонтированный на днище 3 и имеющий обмотку 8, герметично запрессованную связующим диэлектрическим материалом, входной 9 и выходной 10 патрубки.

Устройство индукционного нагрева жидких сред используется следующим образом. Обмотку индуктора 6, соединенную с днищем 3, подключают к сети. Питание может осуществляться от сети как трехфазного, так и однофазного переменного тока.

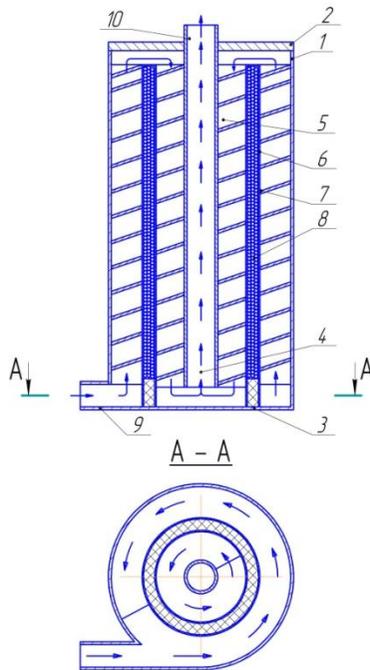


Рисунок 1 – Устройство индукционного нагрева жидких сред
(патент на полезную модель № 124470)



Рисунок 2 – Общий вид макета ИНЖС

Количество витков и сечение провода катушки рассчитаны таким образом, что при прохождении нагреваемой жидкости обеспечивается оптимальный нагрев при заданном объеме воды. Нагрев воды осуществляется по принципу, основанному на свойстве индукции электромагнитного поля, создаваемого обмоткой 8, герметично изолированной диэлектрическим материалом и расположенной внутри индуктора 6. При необходимости в верхней части устройства может быть установлен кран Маевского, который обеспечит удаление воздуха из устройства на начальной стадии его работы.

Поток нагреваемой жидкости через входной патрубок 8, расположенный у дна 3, поступает в межрёберное пространство индуктора 6, по которому движется в направлении снизу вверх, при этом, пересекая силовые линии электромагнитного поля, она нагревается.

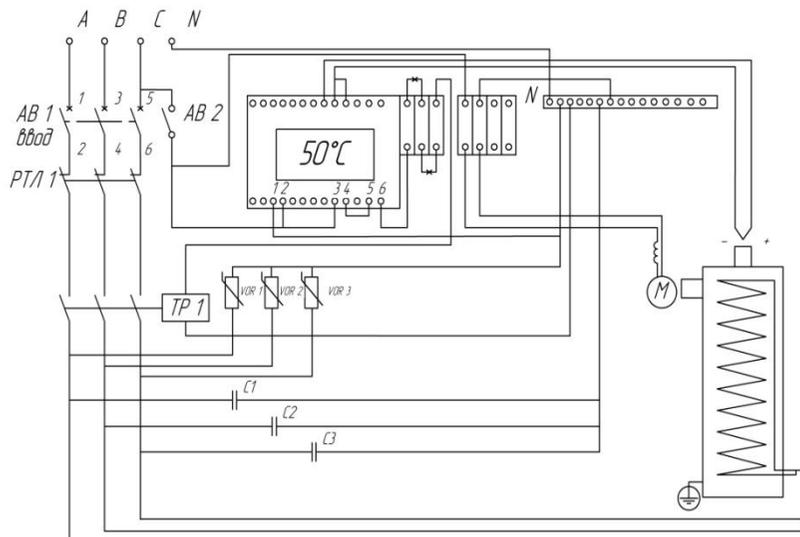


Рисунок 3 – Принципиальная электрическая схема управления ИНЖС
C1 ... C3 – конденсаторы, *VOR1 ... VOR3*–варисторы, *TP 1* – твердотельное реле, *PTЛ 1* – тепловое реле, *AB 1* – автомат ввода, *N* – нулевой провод, *M* – насос, *AB 2* – автомат защиты, *A, B, C* – рабочие фазы, + и – термодары.

В верхней части устройства поток жидкости поступает в межрёберное пространство канала 4, по которому движется в направлении сверху вниз, дополнительно нагревается и поступает в канал 4, а далее через выходной патрубок 10 поступает к потребителю. Кроме того, в

соответствии с [5, с. 4] в конструкцию стенда ТИЭПВ-1 встроен индукционный нагреватель SAV-15, принципиальная электрическая схема управления которого представлена на рис. 3.

Принцип управления ИНЖС заключается в следующем. Питание осуществляется трёхфазным переменным током напряжением 380.



Рисунок 4 – Твердотельное реле GTN8048ZD3 24-480VAC

С частотой 50 Гц запуск и отключение, в том числе в случае короткого замыкания, осуществляется автоматическим выключателем АВ1 через тепловое реле РТЛ 1, защищающее ИНЖС от перегрузок.

От теплового реле напряжение подаётся на трёхфазное твердотельное реле TP1, (рис. 4), обеспечивающее бесконтактную коммутацию электрической цепи, в частности, включает: входную цепь, оптическую развязку цепей управления и нагрузки, триггерную цепь, выходную цепь и защитную цепь.

Входная цепь (или «первичная») состоит из резистора, включённого последовательно со светодиодом входной пары (оптроном). Её задачей является принять сигнал управления и «скомандовать» твердотельному реле коммутировать нагрузку.

Оптическая развязка цепей управления и нагрузки обеспечивает изоляцию между входной и выходной цепями.

Триггерная цепь управляется эмиссией света оптрона и переключает выход твердотельного реле.

Выходная цепь, состоящая из кремниевых диодов, непосредственно коммутирует нагрузку.

Защитная цепь необходима для надежной работы твердотельного реле. Наличие электрической защиты реле необходимо от его возмож-

ного повреждения или от ошибок, связанных с его неправильным использованием.

Для исключения перегрузок по напряжению на выходе реле установлены защитные варисторы VOR1...VOR3.

На выходе силовой цепи из твердотельного реле установлены конденсаторы С1...С3 и контакты нагревателя.

Управление ИНЖС осуществляется с помощью температурного контроллера TC4S, (рис. 5).

В процессе исследований осуществлено решение научно-практических задач:



Рисунок 5 – Температурный контроллер TC4S

1. Разработано конструкционное решение снижения гидравлического сопротивления ИНЖС, техническое решение которого защищено патентом РФ № 124470 на полезную модель с названием «Индукционный нагреватель жидких сред», конструкционные параметры которого теоретически и экспериментально обоснованы посредством математической модели оребренного индуктора (ОИ): $\vec{y} = f(\vec{x}, \vec{u})$, где \vec{x} , \vec{y} , \vec{u} – соответственно векторы входных и выходных параметров, и математическая модель проектного решения ОИ выделяет множество $u = \{ \vec{u} \mid \vec{u}(\vec{x}_1, \vec{x}_m) \}$, а критерий оптимизации I должен удовлетворять условию $I(u^*) = \min \{ I(u) \}. u \in U$.

2. Разработан алгоритм с математическим обеспечением расчета гидравлического сопротивления модернизированного ИНЖС. Разработка алгоритма с математическим обеспечением расчета гидравлического сопротивления, позволила определить, что коэффициент гидравлического сопротивления ИНЖС с предложенным оребрением индуктора и центрального канала будет почти в 11 раз меньше, чем у прото-

типа (SAV-15), что послужило основанием для изготовлении макетного образца.

3. Сформулирована математическая модель проектного решения оребрѐнного индуктора, выделяющая множество $u = \{\bar{u} \mid \bar{u}(\bar{x}_1, \bar{x}_m)\}$ допустимых вариантов проектных решений, а также представлено схематическое изображение объекта оптимизации. Выбор из возможного множества наилучшего варианта осуществляется с помощью критерия оптимизации I , в качестве которого могут быть выбраны его себестоимость, приведенные затраты при эксплуатации или удельный расход электроэнергии ($W_{уд}$). На основании теоретического исследования, а также исходя из конструктивно-технологических соображений для оребрения индуктора и центрального канала ИНЖС, приняты рѐбра из стальной ленты толщиной 1 мм и высотой 8,5 мм, приваренные к индуктору и центральному цилиндрическому каналу.

4. Разработана методика проведения исследований макетного образца ИНЖС, включающая определение удельного расхода электроэнергии ($W_{уд}$) для нагрева в единицу времени 1 кг воды на 1 °С (Вт ч/кг·°С), а также гидравлического сопротивления и расхода электроэнергии на прокачку нагреваемой воды.

Разработанная методика и проведенные в соответствии с ней исследования позволили выявить из трёх конструкций нагревателей наиболее эффективные: для нагрева воды на санитарно-бытовые нужды и отопление – это индукционные нагреватели, а для бойлерного подогрева воды – элементные (тэновые).

Кроме того, в результате исследований выявлена нецелесообразность использования в технологических процессах и в быту электродных нагревателей как из-за большого количества конструкционных недостатков, так и из-за наименьшей эксплуатационной эффективности.

5. По экспериментальным и расчетным данным в прикладной программе MathCAD 2001 произведено построение графиков, отражающих зависимости: удельных затрат электроэнергии от времени нагрева теплоносителя и режима работы ИНЖС; гидравлического сопротивления и расхода электроэнергии на прокачку теплоносителя от пути прохождения нагреваемой среды.

Экспериментально подтверждено – применение оребрения индуктора и центрального канала снижает на 6,6 % массу и в 13,75 раза гидравлическое сопротивление нагревателя и, как следствие, – в 14,55 раз удельный расход электроэнергии на прокачку через него воды.

Гидравлические испытания SAV-15 и оребрѐнного макета показали, что у последнего удельный расход электроэнергии $W_{уд \Delta P}$ на про-

качку нагреваемой среды (воды) значительно меньше (0,0054 вместо 0,0786 Вт·ч·кПа/кг).

Экономическая эффективность использования ИНЖС с оребрѐнными индуктором и центральным каналом заключается в экономии средств за счет ежегодного уменьшения эксплуатационных расходов на 4753,96 руб. от снижения потребления электроэнергии на нагрев воды для 100 голов КРС, а также в снижении на 744,68 руб. себестоимости ИНЖС за счет уменьшения их материалоѐмкости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Миронов Е. Б., Оболенский Н. В., Красиков С. Б. Энергопотребление индукционного водонагревателя // «Сельский механизатор». 2012. № 11. С. 30–31.
2. Миронов Е. Б., Оболенский Н. В. Результаты исследований по выявлению наиболее энергосберегающей конструкции электрического нагревателя воды // Вестник МГАУ им. В. П. Горячкина» № 3 (54). 2012. С. 27–29.
3. Теоретическое обоснование параметров оребрения индукционного источника теплоты / А. Е. Шамин и др. // Аграрная наука Северо-Востока, 2012. № 1(32), 2013. С. 63–65.
4. Патент на полезную модель № 124470 РФ. Устройство индукционного нагрева жидких сред / Н. В. Оболенский, Е. Б. Миронов, (РФ). 4 с: ил.1. Оpubл. 20.01.2013. Бюл. № 2.
5. Патент на полезную модель № 107360. Стенд для испытаний электрических подогревателей воды / Н. В. Оболенский, В. Л. Осокин, Ю. Е. Крайнов, С. А. Борисов, С. Б. Красиков (РФ). 4 с: ил.1. Оpubл. 20.08.2011. Бюл. № 22.

RESULTS OF RESEARCH OF UPGRADED INDUCTION HEATER

***Keywords:** control unit, induction heater of liquid media, thermal switch, temperature controller, solid-state relays.*

***Annotation.** Article includes the information about the development of constructional solutions of reduction of the induction heater of liquids, about algoritme with mathematical supply of calculation of hydraulic resistance of upgraded induction heater and its electrical circuit, as well as conclusions of reearch.*

МИРОНОВ ЕВГЕНИЙ БОРИСОВИЧ – преподаватель кафедры «Технический сервис», Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (mironov-e@mail.ru).

MIRONOV EVGENII BORISOVICH – lecturer of the chair «Technical service», Nizhniy Novgorod state engineering and economic institute, Russia, Knyaginino, (mironov-e@mail.ru).

ВЛИЯНИЕ ГЛИНЯНОГО НАПОЛНИТЕЛЯ НА СКОРОСТЬ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ БУТИЛМЕТАКРИЛАТА

Ключевые слова: *бутилметакрилат (БМА), композиционные материалы, наполнитель, окклюзия, радикальная полимеризация.*

Аннотация. *Принцип получения композиционных полимерных материалов заключается в создании заранее заданной комбинации двух и более различных фаз (наполнителей и матрицы) с помощью каких-либо технологических приемов. В результате наполнения получают полимерные материалы, основные физические и механические свойства которых существенно отличаются от свойств матрицы. Одним из способов получения композиционных материалов является проведение полимеризации в присутствии наполнителя. Введение наполнителя может влиять на свойства реакционной среды, что приводит к изменению кинетических характеристик процесса полимеризации и свойств полученной композиции.*

Полимеризация в массе – это способ проведения полимеризации, при котором исходный мономер находится в жидкой фазе в неразбавленном виде. Реакционная система при полимеризации в массе может быть гомогенной и гетерогенной. Система мономер – наполнитель является гетерогенной.

Полимеризация в массе получила широкое распространение в промышленности, при этом в большинстве случаев процесс ведут до высоких степеней конверсий, т.е. превращения мономера в полимер. На глубоких конверсиях проявляются специфические особенности. Так, для блочной полимеризации характерна аномальная зависимость скорости процесса и молекулярной массы полимера от глубины превращения мономера. Это явление в радикальной полимеризации получило название гель-эффекта. Гель-эффект в различной мере присущ всем мономерам, но в наибольшей степени тем из них, которые плохо растворяют или совсем не растворяют образующийся полимер. Гель-эффект связан с диффузионными затруднениями, обусловленны-

ми быстрым увеличением вязкости среды и, как правило, сопровождается повышением молекулярной массы полимера[2, с. 8–9].

По существу, это универсальный принцип создания полимерных композиционных материалов с новым комплексом физических и механических свойств, определяемых микрогетерогенностью системы и фазовыми взаимодействиями на границе раздела фаз полимер – наполнитель. При этом свойства композиционного материала зависят от свойств наполнителя практически в той же степени, что и от свойств исходного полимера[2, с. 10].

Один из способов получения армированных и наполненных пластиков – проведение реакции полимеризации или поликонденсации в присутствии волокнистого или дисперсного наполнителя с сильно развитой поверхностью. Процесс образования линейного или сетчатого полимера в присутствии твердого тела протекает иначе, чем в его отсутствие. Поэтому перенос данных об образовании того или иного полимера (скорость реакции, ММР, микроструктура цепи, густота пространственной сетки) или об отверждении связующего в чистом виде на наполненные системы можно делать только приблизительно. Практически же необходимо учитывать влияние границы раздела на реакции синтеза линейных полимеров и отверждения связующих в присутствии наполнителя[1, с. 260].

Объектом исследования служил бутилметакрилат (БМА) в присутствии порошкообразного пористого наполнителя (красной глины), содержащий 1 % инициатора (ДАК). Полимеризацию проводили при 60 °С.

Основной причиной изменения условий синтеза линейных полимеров и отверждения связующих в присутствии наполнителей является адсорбционное взаимодействие мономеров и олигомеров с поверхностью, отражающееся как на кинетике реакции, так и на конечных свойствах сформировавшегося полимера [1, с. 259].

При радикальной полимеризации, инициируемой вещественным инициатором, скорость реакции инициирования зависит от того, каким образом инициатор связан с поверхностью. В случае химической прививки инициаторов к поверхности твердых тел скорость распада инициатора значительно снижается. Это связано, очевидно, с уменьшением числа степеней свободы его молекул, что препятствует диффузионному разделению радикальной пары. Ограничение подвижности и рекомбинации связанных поверхностью радикалов приводит к снижению скорости и эффективности полимеризации. Скорость термораспада инициаторов и эффективность инициирования зависят от характера их адсорбционного взаимодействия с поверхностью, что, в свою

очередь, определяется химической природой поверхности и инициатора. Следует отметить, что в отличие от хемосорбционного взаимодействия, физическая адсорбция инициаторов не приводит к снижению скорости распада инициатора – она остается такой же или даже возрастает. В ряде случаев, в зависимости от химической природы поверхности при полимеризации с участием пероксидных и азосоединений, добавка высокодисперсных кремнеземов оказывает ускоряющее действие на свободно радикальную полимеризацию виниловых мономеров. Причиной ускорения полимеризации может быть также активация молекул мономеров в результате комплексообразования их функциональных групп с ОН-группами, содержащимися на поверхности многих минеральных наполнителей. Другим фактором является ориентация молекул мономеров на поверхности и стабилизации макрорадикалов. Это приводит к затруднению реакций обрыва цепи из-за снижения подвижности в адсорбционном слое. Поскольку влияние наполнителя связано с воздействием его поверхности, особо важную роль играет его дисперсность.

Обобщая результаты, полученные многими авторами, можно сказать, что особенностью протекания синтеза полимеров в присутствии твердой поверхности является прежде всего адсорбция исходных мономеров или олигомеров на поверхности твердого тела. Величина адсорбции зависит от природы поверхности и мономера. Скорость полимеризации нелинейно зависит от времени, что обусловлено одновременным протеканием полимеризации не только на поверхности, но и в объеме мономера. Введение наполнителя приводит к изменению молекулярно-массового распределения благодаря изменению соотношения констант элементарных реакций (затруднение рекомбинации радикалов, обрыв на поверхности). Протекание адсорбционных процессов может привести к любому изменению скорости реакции образования полимера в широких пределах за счет изменения соотношения концентраций в поверхностном слое вследствие ряда факторов: различной адсорбируемости участников реакции; уменьшения молекулярной подвижности реагирующих молекул за счет адсорбции; образования промежуточных соединений с другой реакционной способностью. Физические связи, образующиеся между поверхностью и компонентами реакционной системы, могут влиять на структуру реакционной среды и получаемого полимера [1, с. 260].

В гетерогенных условиях константы скоростей всех элементарных реакций будут уменьшаться, но в первую очередь это коснется реакции бимолекулярного обрыва. Взаимодействие окклюдированных радикалов друг с другом будет происходить только в том случае, если

они окажутся на поверхности полимерных частиц. В результате заметного снижения скорости обрыва цепи и общая скорость полимеризации, и молекулярная масса возрастают с увеличением конверсии. При сильной окклюзии полимер может содержать захваченные «живые» радикалы, которые можно идентифицировать методом ЭПР [2, с. 13].

Предполагается, что полимерные радикалы при переходе в конденсированную фазу в значительной степени теряют свою активность, т. к. реакционный центр может оказаться «замурованным» (окклюдируемым) в массе полимера. Степень окклюзии нельзя определить точно, однако очевидно, что она будет зависеть от структуры полимера, степени его набухания в реакционной среде, слипаемости (коалесценции) полимерных частиц и т. д. В одних случаях полимерная фаза может оказаться рыхлой и хорошо проницаемой для мономера (поливинилхлорид, полиэтилен выше точки его плавления), в других – непроницаемой (полиакрилонитрил при низких температурах) [2, с. 14].

Целью работы было изучение влияния наполнителя – глины, различной степени обжига, на кинетику радикальной полимеризации бутилметакрилата (БМА). Полимеризация БМА происходит по радикальному механизму и при достижении определенной степени конверсии наблюдается самопроизвольное возрастание скорости процесса, т. е. гель-эффект. Гель-эффект связан с диффузионными затруднениями, обусловленными быстрым увеличением вязкости среды и, как правило, сопровождается повышением молекулярной массы полимера.

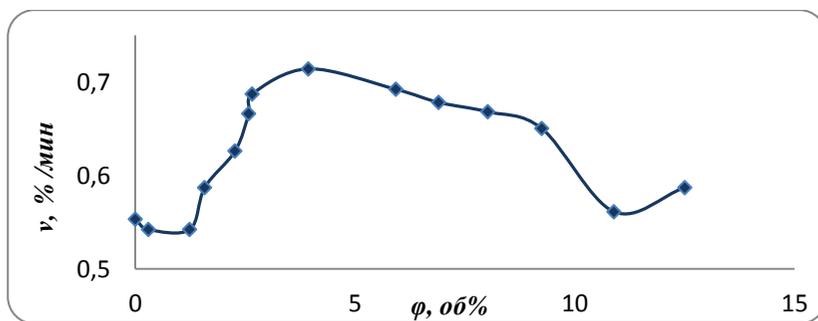


Рисунок 1 – Зависимость скорости полимеризации бутилметакрилата (60 °С, 1 % ДАК) от объемного содержания красной необожженной глины

Малые количества (до 1,5 об. %) глины не изменяют скорость полимеризации БМА (рис. 1). Однако при увеличении содержания глины (необожженной и обожженной) до 4 об. % скорость полимеризации БМА повышается. При дальнейшем увеличении содержания наполнителя в реакционной массе наблюдается резкое снижение скорости полимеризации метакрилата. Подобное влияние наполнителя на скорость может объясняться тем, что скорость полимеризации зависит от количества инициатора. При введении наполнителя возможна адсорбция инициатора и растущих радикалов поверхностью наполнителя, что влечет за собой уменьшение количества столкновений активных радикалов с мономером и, как следствие, снижение скорости полимеризации. Введение твердых частиц наполнителя затрудняет диффузию макрорадикалов и тем самым уменьшает возможность обрыва макроцепи путем их рекомбинации или диспропорционирования. В результате молекулярная масса полимера в присутствии наполнителя возрастает по сравнению с ненаполненной системой на порядок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Липатов Ю. С. Физико-химические основы наполнения полимеров. М.: Химия, 1991, 260 с.
2. Основы технологии синтеза полимеризационных материалов: Текст лекций / ГОУ ВПО Иван. гос. хим.-технол. ун-т: Иваново, 2006, С. 8–14.
3. Yu S.-H., Yoshimura M., Moreno J. M. C. et al. Langmuir. 2001. V. 17. P. 1700–1707.

EFFECT OF CLAY FILLER ON THE SPEED OF BUTYL METHACRYLATE POLYMERIZATION

Keywords: *butyl methacrylate, composite materials, filler, occlusion, radical polymerization.*

Annotation. *The principle of obtaining composite polymeric materials is to establish a predetermined combination of two or more different phases (the matrix and filler) using several technological methods. The OBTAINED result are filled polymeric materials, the basic physical and mechanical properties which differ significantly BY the properties FROM the matrix. One method of producing composite materials is to conduct the polymerization in the presence of the filler. The introduction of filler may affect the properties of the reaction medium, which leads to a change in the kinetic characteristics of the polymerization process and the properties of the resulting composition.*

РУКАВИШНИКОВА ВАЛЕНТИНА НИКОЛАЕВНА – преподаватель кафедры «Основы сельского хозяйства, химии и экологии» Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (osnovsh@yandex.ru).

RUKAVISHNIKOVA VALENTINA NIKOLAEVNA – lecturer of the chair «Bases of agriculture, chemistry and ecology» Nizhny Novgorod state engineering and economic institute, Russia, Knyaginino, (osnovsh@yandex.ru).

САМЫЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ

Ключевые слова: гормоны, дийодтирозин, йод, йодид калия, монодтирозинпероксидаза, тиреоглобулин, тиреоидные гормоны, тирозин, трийодтиронин, щитовидная железа, эндемический зоб.

Аннотация. В данной статье помещён материал о содержании йода в организме человека, актуализировано участие йода в образовании гормонов щитовидной железы, раскрыта роль тиреоидных гормонов в организме человека, проанализирована суточная норма йода для детей, взрослых людей и беременных женщин. В статье указаны районы Нижегородской области, в которых содержание йода в почве и воде незначительно, районы с относительно сниженной концентрацией йода и районы, где концентрация йода приближается к норме.

В организме человека содержится более 70 химических элементов Периодической системы Д. И. Менделеева. Среди них важную роль для человека играет йод.

Йод получают из золы морских водорослей и буровых нефтяных вод. Серовато-черные с металлическим блеском пластинки или сростки кристаллов характерного запаха. Летуч при обыкновенной температуре; при нагревании возгоняется, образуя фиолетовые пары. Очень мало растворим в воде (1:5000), растворим в 10-ти частях 95%-го спирта, растворим в водных растворах йодидов (йодида калия и натрия). Несовместим с эфирными маслами, растворами аммиака, белой осадочной ртутью (образуется взрывчатая смесь). Различают четыре группы йода:

- 1) содержащая элементарный йод (раствор йода спиртовой, раствор Люголя);
- 2) неорганические йодиды (калия йодид, натрия йодид);
- 3) органические вещества, отщепляющие элементарный йод (кальциййодин, йодоформ, йодиол);
- 4) йодсодержащие органические вещества, молекулой которых йод прочно связан (рентгеноконтрастные вещества).

Препараты, содержащие йод, обладают различными свойствами. Элементарный йод оказывает противомикробное действие; его растворы широко применяются при обработке ран, подготовке операционного поля и т. п.; при нанесении на кожу и слизистые оказывают

раздражающее действие и могут вызвать рефлекторные изменения в деятельности организма. Всасываясь, йод оказывает активное влияние на обмен веществ, усиливает процессы диссимиляции [4, с. 480].

Йод в организме человека участвует в образовании гормонов щитовидной железы. Щитовидная железа – одна из самых крупных желез внутренней секреции: у взрослого человека она весит 15–20 граммов и состоит из 2-х долей длиной 4 см и шириной 2–2,5 см, соединенных перешейком. Она секретирует йодсодержащие гормоны, называемые тиреоидными. Ее клетки обладают характерной способностью избирательно накапливать йод. Щитовидная железа поглощает 10–20 % от общего количества йода, поступившего в организм, в ней обычно сконцентрировано его 6000–8000 мкг. В крови же циркулирует 500–600 мкг йода. Ежедневно щитовидная железа расходует 75 мкг йода для нужд организма. Йод поступает в нее в форме ионов, которые окисляются до молекулярного йода пероксидазами, и образовавшийся молекулярный йод реагирует с аминокислотой тирозином. При этом сначала синтезируются монойодтирозин и дийодтирозин. Затем они соединяются с белком с образованием тиреоглобулина, расщепление которого протеиназой и последующая конденсация монойодтирозина и дийодтирозина приводят к образованию двух главных гормонов щитовидной железы – трийодтиронина и тетраiodтиронина – тироксина.

Трийодтиронин и тироксин секретируются в кровь, где они соединяются с белками сыворотки крови, служащими их переносчиками. В тканях комплексы гормонов с белками распадаются с освобождением T_3 и T_4 . Трийодтиронин физиологически более активен, чем тироксин, но содержание его в сыворотке крови примерно в 100 раз меньше, чем тироксина (T_4).

Тиреоидные гормоны регулируют рост и развитие клеток, функции центральной и периферической нервной системы, а также функционирование мышечной, репродуктивной, костной, сердечно-сосудистой, дыхательной и других систем организма. Самое же главное – они могут управлять процессами синтеза белков. Еще один очень важный эффект действия тиреоидных гормонов – способность стимулировать клеточное и тканевое дыхание в митохондриях. Йод также регулирует функцию щитовидной железы. Поэтому йод – необходимый микроэлемент питания. Недостаток йода приводит к тяжелым последствиям: снижается умственная способность, появляются апатия и сонливость, нарушается обмен веществ. При хроническом недостатке йода ткань щитовидной железы разрастается и образуется эндемический зоб. Но если недостаток йода наблюдается достаточно

долго, а увеличение объема железы не нормализует потребление йода, то снова появляются симптомы йододефицита [6, с. 321].

Организм человека не может синтезировать йод, поэтому получать его он может исключительно с продуктами питания. Всемирная организация здравоохранения рекомендует следующие нормы суточного потребления йода: для детей – 90–120 мкг, для взрослых – 150–200 мкг. Больше йода требуется беременным и кормящим женщинам – 200 мкг в день. Известно, что щитовидная железа плода начинает работать с 12-й недели беременности, поэтому первые 3 месяца эмбрион развивается исключительно за счет тиреоидных гормонов матери. Если их недостаточно, то страдает весь организм будущего ребенка, и прежде всего, его мозг. Кроме того недостаток йода опасен и для матери, поскольку потребление йода организмом во время беременности возрастает: недостаток йода в пище беременных женщин может привести к быстрому развитию зоба [1, с. 473].

Проблема недостатка йода в России чрезвычайно актуальна, так как более 70 % ее территории имеют недостаток йода в воде и почве, а отсюда и в продуктах питания местного происхождения. Жители России употребляют в среднем 40–80 мкг йода в сутки, в то время как в США на каждого жителя в среднем приходится 400–800 мкг, а в Японии – 1500 мкг йода в сутки. Исследования, проведенные в разных странах мира, выявили, что в регионах тяжелой йодной недостаточности у 1–10 % населения встречается кретинизм, у 5–30 % неврологические нарушения и умственная отсталость, у 30–70 % снижение умственных способностей [2, с. 273].

Нижегородская область является регионом, где содержание йода в почве и воде низкое, и жители области получают с пищей и водой лишь около 40–80 мкг йода.

Известна закономерная связь между структурой почв, содержанием йода в них и распространением эндемического зоба. И вот какова картина йодной недостаточности в нашей области по результатам исследования, проведенного в 1963 г. доцентом Л. А. Пальмовой (Горьковский медицинский институт). Все районы были разделены на три группы.

Первая группа районов, где самая высокая эндемия (приблизительно 50 %), вторая группа – это районы с относительно сниженной концентрацией йода и третью группу образуют районы, где концентрация йода сравнительно высока (распределение районов по группам приведены в таблице № 1).

Таблица 1 – Группы районов с зобной эндемией

Группы	Районы
1. Самая высокая эндемия (приблизительно 50 %)	Б-Мурашкинский, Княгининский, Борский, Ветлужский, Городецкий, Кстовский, Лысковский, Павловский, Семеновский, Чкаловский
2. Снижение относительной концентрации йода	Ардатовский, Арзамасский, Б.-Болдинский, Богородский, Бутурлинский, Варнавинский, Вачский, Вознесенский, Воротынский, Выксунский, Гагинский, Дзержинский, Кр.-Баковский, Коверинский, Кулебакский, Лукояновский, Навашинский, Перевозский, Починковский, Сергачский, Сеченовский, Тонкинский, Уренский
3. Концентрация йода сравнительно высокая	Вадский, Воскресенский, Первомайский, Шатковский

Обследование эндокринологом дошкольников и школьников в 1998 г. показало, что из 2592 осмотренных у 1323 (51 %) обнаружено увеличение щитовидной железы. В Богородском районе при осмотре в 1999 г. 1500 школьников у 310 детей (20 %) выявлены те же нарушения [3, с. 41].

Учитывая степень йодной недостаточности в районах области, можно сделать вывод, что в Нижегородской области в основном зобная эндемия средней тяжести и легкая. Отдельные районы имеют тяжелую зобную эндемию.

Недостаток йода – не единственная причина развития заболеваний щитовидной железы. В овощах, принадлежащих к семейству крестоцветных, содержатся соединения тиоцианаты и изотиоцианаты. К этому семейству относятся белокочанная, брюссельская и цветная капуста, брокколи, репа, хрен, кресс-салат. Доказано, что тиоцианаты и изотиоцианаты способствуют развитию зоба и являются зобогенными. Другую группу пищевых зобогенов составляют продукты, содержащие вещества предшественники тиоцианатов.

К ним относятся манеок, кукуруза, сладкий картофель, бобы. Зобогенными свойствами обладают так же уголь, сланцы, бытовые и

промышленные отходы, химические удобрения и пестициды. Тиоцианаты содержатся так же и в табаке. Все они нарушают процесс синтеза тиреоидных гормонов, усугубляя природный недостаток йода [5, с. 473–479].

Профилактика дефицита йода должна осуществляться, прежде всего, за счет поступления достаточных количеств йода с естественными продуктами питания с высоким его содержанием (табл. 2).

Таблица 2 – Продукты с высоким содержанием йод

Продукт	Содержание йода (в МКГ)
Морская капуста	До 3000
Треска	135
Креветки	110
Хек	33
Яйцо куриное	20
Молоко коровье	16
Фасоль и соя	8,2–12,1
Сливки 20%-е	9,3
Салат, виноград	8
Мясо животных	6,8–7,2
Печень говяжья	6,3
Мясо птицы	4–5,6
Картофель	5
Хлеб ржаной	3–5,6
Крупы разные	3,3–5,1
Орехи грецкие	3,1
Фрукты	2

Этот метод профилактики называется «немым»: человек зачастую не знает, что употребляет в пищу продукты питания, обогащенные йодом. Использование йодированной поваренной соли – универсальный метод массовой профилактики йододефицитных заболеваний. Диапазон ее потребления невелик (5–10 г. в сутки) и не зависит от времени года, возраста, пола и других параметров [1, с. 473].

В 1998 году в нашей стране был принят новый стандарт на йодированную поваренную соль: от 25–55 мкг йода на 1 кг поваренной соли в виде стабильной соли – йодида калия. Использование йодида калия повышает качество йодированной поваренной соли, способной ликвидировать йодный дефицит. Однако в определенные периоды

жизни человека (детский, беременность, кормление грудью) организм нуждается в регулярном дополнительном приеме физиологических доз йода. В таких случаях врачи назначают препараты, содержащие физиологическую дозу йодида калия, например йодомарин, одна таблетка которого содержит суточную дозу йода [4, с. 481].

ЛИТЕРАТУРА

1. Большая российская энциклопедия лекарственных средств том 2 «Ремедиум» М.: 2001. 273 с.
2. Большая советская энциклопедия изд. 3 том 9, 1978 г. 483 с.
3. Занозина О. «Если йод в дефиците» // газета «Аргументы и факты» № 8. 2007 г. 41 с.
4. Машковский М. Д. Лекарственные средства часть 2. М.: 1977 г., 560 с.
5. Общая органическая химия, том 5, М.:1983 г Houben-Weyl, Methodenderorganischen Chemie, Bd. 684 с.
6. Химическая энциклопедия М.: Советская энциклопедия. / Под редакцией И. П. Кнунянца 1988 г. 408 с.

THE MOST INTELLIGENT ELEMENT

Keywords: *hormones, diiodotyrosine, iodine, potassium iodide, thyroglobulin, thyroid hormones, tyrosine, triiodothyronine, thyroid gland, endemic goiter.*

Annotation. *Paper includes the material about the content of iodine in the human body, participation of iodine in the formation of thyroid hormones, the role of thyroid hormone in the human body, daily allowance of iodine for children, adults and pregnant women. The article contains the information about Nizhny Novgorod regions, in which the content of iodine in the soil and the water slight, areas with relatively reduced concentrations of iodine and areas where the concentration of iodine is close to normal.*

РЫБАКОВА ГАЛИНА ВИКТОРОВНА – доцент кафедры «Основы сельского хозяйства, химии и экологии», Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (osnovsh@yandex.ru).

RYBAKOVA GALINA VIKTOROVNA – docent of the chair «Bases of agriculture, chemistry and ecology», Nizhny Novgorod state engineering and economic institute, Russia, Knyaginino, (osnovsh@yandex.ru).

ФУНКЦИОНАЛЬНО-МЕТАБОЛИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ УГЛЕВОДОВ В КОРМЛЕНИИ КОРОВ

Ключевые слова: молочные коровы, нейтрально-детергентная клетчатка, показатель, полноценное кормление, сырая клетчатка, углеводы.

Аннотация. Основу рациона жвачных животных составляют растительные корма, одним из компонентов которых являются углеводы. Углеводы необходимы животным, так как их количество в корме определяет уровень энергетического питания, активность рубцовой микрофлоры, интенсивность обмена жиров и протеина.

Углеводы являются основой структуры растительной клетки, используются в энергетических процессах и откладываются в виде запасных питательных веществ (крахмал). По различным данным, они составляют 80–90 % от сухого вещества растений и являются основными компонентами в комплексе питательных веществ растительных кормов. По данным Алиева [1, с. 78–80], в организме животных содержание углеводов в целом небольшое, около 2 %.

Углеводы широко распространены в природе. В кормах для сельскохозяйственных животных встречаются чаще всего три группы углеводов: клетчатка, сахара и крахмал. Они являются поставщиками энергетического и пластического материала в организме. Количество и соотношение этих элементов углеводистого питания жвачных животных определенным образом влияет на обмен веществ и продуктивность, что, в конечном счете, связано с использованием питательных веществ рациона [2, с. 3].

Изучению закономерностей превращения углеводов корма у жвачных животных посвящено достаточно исследований. Показатель сырая клетчатка не дает достаточной точности в содержании клетчатки и ее фракций в кормах. Van Soestetal. [6, с. 12–14] разработал метод фракционирования структурных углеводов. В связи с этим появилась возможность более точно определять переваривание в желудочно-

кишечном тракте животных каждой фракции углеводов в отдельности и выяснить их вклад в обеспечение организма энергией.

Метод основан на разделении корма на две фракции: растворимую в нейтральном детергенте и представляющую наиболее переваримую часть корма, состоящую из белков, жиров, углеводов; и нерастворимую в нейтральном детергенте и представляющую плохо переваримую часть корма клеточных клеток, состоящих из гемицеллюлоз, целлюлозы, лигнина и нерастворимой золы.

По методу определения структурные углеводы делятся на кислотно-детергентную клетчатку (КДК), которая включает целлюлозу и лигнин, и нейтрально-детергентную клетчатку (НДК), представляющую комплекс лигнина, целлюлозы и гемицеллюлоз. НДК наиболее полно отражает структурный состав клеточных стенок растений и оказывает первостепенное влияние на потребление и эффективность использования корма.

В последние годы предложено (ВНИИФБиП и др.) выделять из общего количества углеводов нейтрально-детергентную клетчатку (НДК) и кислотно-детергентную (КДК). В нормах кормления США рекомендовано 75 % клетчатки задавать в составе грубых кормов, 25 % может поступать за счет промышленных отходов.

При проведении исследований в кормах было определено содержание нейтрально-, кислотно-детергентной клетчатки, лигнина, гемицеллюлозы и целлюлозы.

Таблица 1 – Содержание структурных углеводов, в % на сухое вещество

Наименование корма	СК	НДК	КДК	Лигнин	Гемицеллюлоза	Целлюлоза
Сено злаковое	30,5	66,6	33,6	11,2	33	22,4
Сено козлятниковое	29,4	57,4	33	8,4	24,4	24,6
Силос кукурузный	22,4	46,6	24,6	10	22	14,6
Силос разнотравный	24,7	49,4	30,4	11,4	19	19

КДК может служить показателем переваримости грубого корма, так как содержит высокий процент лигнина, который относится к низкопереваримой части клетчатки.

Более полную характеристику образования субстратов из клетчатки дает ее анализ по фракциям – целлюлозы и гемицеллюлозы. Целлюлоза – главный сложный углевод, отвечающий за прочность оболочки растений. В клеточных стенках молекулярные цепи целлюлозы входят в состав надмолекулярных структур – микрофибрилл, состоящих из 60–70 целлюлозных нитей. Переваримость целлюлозы может составлять 15–20 % рациона сухого вещества. Целлюлозы также имеются в клеточной оболочке со степенью переваримости до 70 %.

Гемицеллюлоза может составлять 10–15 % сухого вещества рациона, является запасным питательным веществом в оболочках растительных клеток. Гемицеллюлозы представляют собой гетерополисахариды, содержащие остатки различных гексоз, пентоз и их производных. Они растворяются гораздо легче, чем целлюлоза, что определяется более рыхлым строением их молекул, большей доступностью для растворителей.

Содержание целлюлозы в кормах и таких пищевых волокнах, как пектин, лигнин, играют важную роль в деятельности пищеварительного аппарата, обеспечивая формирование гелеобразных структур, которые, в свою очередь, контролируют опорожнение желудка, скорость всасывания в тонком кишечнике и время транзита через желудочно-кишечный тракт. Кроме того, целлюлоза и сопровождающие ее полимерные соединения влияют на внутриполостное давление пищеварительного тракта [3, с. 38–40].

Уровень клетчатки в рационе жвачных во многом определяет потребление кормов, их переваримость, состояние микрофлоры желудочно-кишечного тракта, поддержание на определенном уровне жирности молока. В ряде исследований доказано, что важная роль в регуляции количества потребленного корма принадлежит НДК. Работа, проведенная на молодяке крупного рогатого скота, выявила высокую отрицательную корреляцию между потреблением сухого вещества рациона и содержанием в нем НДК ($r = -0,87$).

По данным Тараканова, Николичевой [5, с. 89–94.] и Бреус [2, с. 5–7], у коров максимальной способностью к перевариванию клетчатки обладает микрофлора, формирующаяся при 17–19%-м уровне клетчатки в рационе, или когда в сухом веществе рациона на концентраты приходится не более 44–45 %. При содержании в раци-

оне 13 % клетчатки способность микрофлоры к перевариванию падает.

Результаты, полученные Мороз [4, с. 25–26], отражают степень влияния клетчатки объемистых кормов на удой за первые 100 дней лактации. При увеличении количества клетчатки с 26 до 38 % снижение продуктивности составило 1150 кг, при 33 % клетчатки удой за 100 дней снижался на 700 кг молока. Для поддержания нормальной двигательной активности рубца и процентного количества молочного жира необходимо, чтобы грубые корма содержали адекватное количество клетчатки. Согласно рекомендациям NRS (2001), в сухом веществе рационов для высокопродуктивных молочных коров содержание НДК должно составлять в пределах от 25 до 28 %, 75 % которой должно быть представлено грубыми источниками корма.

Энергетическая питательность кормов для жвачных зависит преимущественно от их углеводного комплекса, так как возможность жвачных в потреблении жиров ограничена, а протеины кормов главным образом используются в качестве пластического строительного материала при формировании клеток тканей и образовании продукции, а также для синтеза ферментов, секреторных жидкостей и ряда биологически активных соединений. Наряду с количественными и качественными критериями углеводного и протеинового состава кормов имеет значение доступность факторов для использования животными.

Дефицит аминокислот, липидов, витаминов и минеральных веществ животные способны частично компенсировать за счет увеличения потребления углеводов, которые могут откладываться в запас, окисляться, превращаться в жирные кислоты для эффективного депонирования энергии, а затем использоваться в качестве исходного материала для синтеза органических соединений.

Химический состав и особенно питательность клеточных оболочек или клетчатки зависят от возраста растений: у молодых растений клеточные стенки тонкие и состоят преимущественно из целлюлозы. С возрастом растений клетчатка пропитывается инкрустирующими веществами (лигнином) и питательная ценность ее резко понижается. Количество лигнина увеличивается при созревании растений и может достигать 30 % при поздних фазах заготовки кормов. Молекула лигнина вырастает, обволакивает углеводы, что приводит к снижению переваримости клетчатки. Следовательно, переваримость и потребление клетчатки ограничены наличием в ней лигнина.

Кроме того, наличие большого количества клетчатки в кормах отрицательно влияет на переваримость других питательных веществ,

входящих в этот корм. Структурные углеводы расщепляются в основном только в толстом кишечнике.

Клетчатка для жвачных животных является важным компонентом рациона, а поэтому уровень ее конверсии в желудочно-кишечном тракте имеет большое значение для оценки питательности кормов и рационов.

Нередко в рацион коров вводят большое количество концентратов за счет уменьшения доли грубых кормов. Это противоречит физиологической и экономической целесообразности. Физиологической – потому, что клетчатка является неотъемлемой частью кормового рациона жвачных животных, она выполняет важные пищеварительные функции, способствуя нормальному пищеварению. При уменьшении доли клетчатки в рационе игнорируется экономическое требование, заключающееся в том, что крупный рогатый скот приспособлен к использованию кормовых рационов, состоящих преимущественно из наиболее дешевых грубых кормов, которые другими видами животных усваиваются в очень ограниченных количествах. Путем рационального использования грубого корма у жвачных животных можно сократить потребность в зерновых, жмыхах и концентратах.

Клетчатка для жвачных животных является одним из необходимых компонентов рациона. В связи с этим знание параметров конверсии клетчатки в желудочно-кишечном тракте имеет существенное значение при оценке рационов.

Неструктурные углеводы находятся внутри клетки (сахара, крахмал, органические кислоты и др.) и обычно лучше перевариваются, чем структурные углеводы, которые представляют стенку растительной клетки. Легкорастворимые углеводы (сахар) расщепляются быстро – в первые 3 часа, крахмал – медленнее – через 3–6 часов, а клетчатка грубых кормов расщепляется медленно – 6–8 часов, поэтому оптимальное количество клетчатки в рационе и правильная организация кормления позволяют поддерживать рН на постоянном уровне.

Сахара и крахмал служат питательными веществами для животных и микроорганизмов, населяющих преджелудки жвачных, а также используются при синтезе белка. Оптимальное содержание сахаров и крахмала в кормах имеет важное значение для нормального обмена веществ. Недостаток их в рационе приводит к нарушениям углеводно-жирового обмена, к ацидозу, снижению жирового резерва крови, является одной из причин бесплодия, сокращения срока хозяйственного использования коров.

Множеством исследований установлено, что наличие большого количества легко переваримых углеводов (сахаров и крахмала) в ра-

ционах коров повышает жирность молока, увеличивает концентрацию летучих жирных кислот в рубцовом содержимом и крови животных. Однако отмечено, что при избыточном содержании крахмала в рационе переваримость сухого вещества снижается на 2,7–6,2 %, сырого протеина на 3,4–7,8, сырой клетчатки на 0,7–7,1, БЭВ на 2,1–5,6 %.

Сахара содержатся в значительных количествах в растительных кормах и могут составлять до 30 % сухого вещества корма. Сахара почти сразу после поступления ферментируются в рубце, это свидетельствует о том, что ферменты, воздействующие на данный субстрат, уже присутствуют в среде и синтезируются микрофлорой. Сахара из любых кормовых источников быстро и довольно полно сбраживаются в рубце бактериями, таким образом, непосредственно источником сахара (глюкозы) для организма коров корма рациона не являются. Основное снабжение организма глюкозой идет за счет потребления кормов, богатых легкоферментируемыми углеводами, с последующим их сбраживанием до ЛЖК, которые и являются поставщиками глюкозы. Легкопереваримые углеводы не только являются поставщиками энергии для организма коров, но и имеют большое значение для процессов превращений и использования организмом азотистых веществ. При заготовке и хранении кормов в значительной степени изменяется содержание легкорастворимых углеводов. Поэтому следует выбирать технологии, обеспечивающие минимальные изменения в содержании углеводов.

Таким образом, углеводы необходимы животным, так как их количество в корме определяет уровень энергетического питания, активность рубцовой микрофлоры, интенсивность обмена жиров и протеина. Такие формы углеводов, как сахар и крахмал, являются предшественниками важнейших компонентов молока, а также многих ферментов и гормонов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алиев А. А. Обмен веществ у жвачных животных. М.: Инженер. 1997. 122 с.
2. Бреус Д. А. Влияние структурных углеводов на формирование рубцового пищеварения и продуктивность бычков герефордской породы // Автореф. дис. к.-та биол. наук. – Оренбург. 2006. 20 с.
3. Воробьева С. В. Влияние разного уровня НДК в рационах на потребление сухого вещества и продуктивность лактирующих коров // Проблемы кормления с.-х. животных в современных условиях развития животноводства: Материалы научной конференции. Дубровицы. 2003. С. 38–40.

4. Мороз М. Т. Оптимизация кормления – основной фактор повышения продуктивности и продолжительности жизни животных // Зоотехния. 2008. № 10. С. 25–26.

5. Тараканов Б. В., Николитчев Т. А. Целлюлозолитическая микрофлора и метаболические функции в рубце молодняка крупного рогатого скота при раннем включении в рацион растительных кормов // Сельскохозяйственная биология. – 1986. – № 4. С. 89–94.

6. Van Soest P. J. Discount factors for energy and protein in ruminant diets. Proceeding of the cornel university. № 1. 1979.

FUNCTIONAL METABOLIC VALUE CARBOHYDRATE IN COWS FEEDING

Keywords: *dairy cows, neutral detergent fiber, INDEX, full feeding, crude fiber, carbohydrate.*

Annotation. *the basiso of diet of ruminants IS vegetable food, one component of which is carbohydrate. carbohydrate are necessary for animals because their amount in the food determines the energy supply, rumen microflora activity, the intensity of metabolism of fat and protein.*

СИЗОВА ЮЛИЯ ВАЛЕРЬЕВНА – кандидат биологических наук, доцент кафедры «Основы сельского хозяйства, химии и экологии» Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (sizova_yuliya@mail.ru).

SIZOVA JULIA VALERIEVNA – candidate of biological sciences, do-cent of the chair «Bases of agriculture, chemistry and ecology», Nizh-niy Novgorod state engineering and economic institute, Russia, Knyaginino, (sizova_yuliya@mail.ru).

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ ДОИЛЬНЫХ УСТАНОВОК ТИПА «КАРУСЕЛЬ»

Ключевые слова: адаптивное регулирование, алгоритм управления, аномальный цикл доения, конвейерно-кольцевая доильная установка, продолжительность оборота платформы, простой в работе, циклограмма.

Аннотация. Рассмотрены способы оптимизации работы карусельных доильных установок. Разработан алгоритм адаптивного регулирования скорости вращения платформы в зависимости от продолжительности доения каждой коровы, учитывающий условия компенсации аномальных циклов доения отдельных животных с целью оптимизации числа мест доения, исключения простоев конвейера и животных, обеспечивающий повышение производительности труда на 20–25 % и снижение инвестиций в доильные залы.

Машинное доение сельскохозяйственных животных сформировалось в приоритетную научную проблему по следующим основным направлениям: интенсивные технологии, механизация, автоматизация, физиологические аспекты доения и обработка молока. Известно, что внедрение автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) в животноводстве позволяет повысить производительность труда в 1,2–2 раза, снизить энергозатраты на 30–40%, увеличить продуктивность животных до 20%, существенно улучшить условия труда животноводов.

В настоящее время российские животноводческие хозяйства уступают развитым зарубежным фирмам по уровню трудоемкости производства основных продуктов животноводства в 6–15 раз, по энергоемкости технических средств в животноводстве в 2,5–3 раза. Применение совершенной техники, в т. ч. зарубежной, а также средств автоматизации позволит снизить затраты труда, энергии и других ресурсов в животноводстве.

В соответствии с принятыми Россельхозакадемией направлениями развития механизации, электрификации и автоматизации сельского

хозяйства развитие техники и технологий в животноводстве должно идти на основе создания принципиально новой инженерной базы. Одной из важнейших задач повышения эффективности молочного животноводства является увеличение до 22 % удельного веса доения коров в доильных залах на автоматизированных установках, оборудованных средствами управления и индивидуального учета молока. Поэтому разработка и совершенствование методов, алгоритмов, систем контроля и управления технологическим процессом доения животных с учетом их индивидуальных особенностей является актуальной и практически значимой проблемой сегодняшнего дня.

Значительный вклад в развитие механизации, электротехнологии, автоматизации процесса доения сельскохозяйственных животных внесли Л. П. Карташов, В. В. Кирсанов, В. Г. Коба, Л. П. Кормановский, В. Ф. Королев, В. И. Сыроватка, Ю. А. Цой, D. Ordolf, D. Armstrong, F. Colddmitf и др.

По созданию технических средств и автоматизированных систем управления в животноводстве проведены работы в ВИЭСХ, ПО «Кургансельмаш», ВНИИМЖ, ВНИИКОМЖ, ВИЖ, С-ЗНИИМЭСХ, МГАУ им. В. П. Горячкина, РГАУ–МСХА им. К. А. Тимирязева, и др.

Широкие исследования по совершенствованию механизированных технологий, созданию технических средств и автоматизированных систем управления, обслуживанию животных на молочных фермах внесли зарубежные фирмы «De Laval» (Швеция), «Westfalia Surge» (Германия), «Gascoigne Melotte» (Нидерланды), «Boumatic» (США), «Fullwood» (Великобритания), и др. (рис.1, 2, 3).

Анализ выполненных работ позволяет сделать вывод, что решен ряд фундаментальных задач по основным научным направлениям механизации и автоматизации наиболее трудоемкого процесса в животноводстве – доения, определены основные эффективные технологии производства молока.

Разработка механизированных и автоматизированных систем управления процессом доения сельскохозяйственных животных в значительной мере усложняется влиянием биологических различий отдельных животных [1, с. 15].

Первая отечественная карусельная доильная установка была построена в Советском Союзе в 1959 году в колхозе им. Сталина Крымского района Краснодарского края. За счет экономии трудовых ресурсов она окупилась за год. С вводом в эксплуатацию «Карусели» 3 человека обслуживали 400 коров при трехкратной технологии доения.

Двести коров доили за один час двенадцать минут, один полный оборот установка делала за 8,5 минут [2, с. 55].

Это было толчком для дальнейших разработок в области усовершенствования поточно-конвейерных доильных установок. Со временем по результатам проведенных опытов было установлено, что «Карусель» может работать в безостановочном режиме, при котором коровы свободно могли выходить с вращающейся платформы. Это был один из первых способов создания оптимального режима работы карусельной доильной установки.

Дальнейшие технические изыскания с целью оптимизации работы карусельных доильных установок привели к разработке совершенно нового способа постановки коров на конвейере, так называемое «косое» расположение. Этот способ успешно реализован в доильных установках КДУЕ-16 «Омичка» в 1961 году.



Рисунок 1 – «Карусель» с косым расположением станков (De Laval)



Рисунок 2 – «Карусель» с радиальным расположением доильных станков от фирмы Dairymaster Swiftflo



Рисунок 3 – «Карусель» фирмы SAC с 36-ю доильными станками

В настоящее время благодаря исследованиям и техническим разработкам отечественных и зарубежных ученых известен целый ряд карусельных доильных установок, отличающихся между собой по следующим основным признакам:

- 1) по месту нахождения оператора машинного доения:
 - с внутренней стороны платформы;
 - с внешней стороны платформы;
- 2) по расположению животных на платформе:
 - с продольным расположением доильных станков;
 - с кольцевым расположением доильных станков;
 - с радиальным расположением доильных станков;
 - с косым расположением доильных станков;
 - с тангенциальным расположением доильных станков;
- 3) по количеству доильных станков на вращающейся платформе;
- 4) по характеру работы конвейера:
 - с непрерывной работой;
 - с пульсирующей работой.

С разработкой автоматизированных систем управления стадом и объединением их в компьютерную систему в процессе доения появились следующие возможности: идентификация животных, управление доением, индивидуальный учет надоев молока и др.

Несмотря на масштабные разработки в направлении усовершенствования доильных установок «Карусель» и оптимизации их работы,

фактическая производительность современных карусельных доильных установок ниже паспортной как минимум на 30 %.

Происходит это по причине простоев конвейера вследствие воздействия факторов, которые мы разделили на 2 группы:

1) устранимые, которые можно устранить при правильной организации труда (зависящие от человеческого фактора):

- работа погонщика;
- работа оператора машинного доения;

2) неустраняемые, не зависящие от человеческого фактора:

– внутренние, когда корова выдаивается задолго до выхода с платформы, и все оставшееся время катится вхолостую (простой без последствия);

– внешние, когда коровы высокоудойные или тугодойные за один оборот платформы выдоиться не успевают и происходит остановка конвейера (простой с последствием).

Простои первого рода не препятствуют входу коров в станки при впуске, однако при этом можно сделать вывод, что используется установка с большим радиусом платформы и, соответственно, с большим количеством станкомест и доильных аппаратов.

Простои второго рода нарушают ритм конвейера, препятствуют впуску и выпуску животных.

В существующих системах управления работой «Каруселей» сделаны некоторые попытки уменьшить простои второго рода. Выглядит это следующим образом: скорость вращения платформы регулируется пультом управления в сочетании с системой управления стадом. Она анализирует данные о надоях за предыдущий день: средний объем молока и скорость доения каждой коровы. Скорость вращения автоматически задается, чтобы доение было окончено за один оборот платформы. Если какая-либо корова не выдоена в последней трети вращения, система обнаруживает это и автоматически замедляет движение платформы. Платформа автоматически останавливается непосредственно перед выходом этой коровы, если она еще не полностью выдоена.

Но это малоэффективно. Поэтому целесообразно разработать алгоритм адаптивного регулирования скорости вращения платформы в зависимости от продолжительности доения каждой коровы, учитывающий условия компенсации аномальных циклов доения отдельных животных, с целью оптимизации числа мест доения, исключения простоев конвейера и животных для повышения производительности труда на 20–25% и снижения инвестиций в доильные залы.

Проведенный анализ циклограммы доильного конвейера показал, что продолжительность цикла определяется из условия:

$$t_{ц} = t_{вп} + t_{подм.вым.} + t_{д} + t_{пр} + t_{вып}, \quad (1)$$

где $t_{ц}$ – общее время цикла, мин.; $t_{вп}$ – время, затрачиваемое на выпуск коровы, мин.; $t_{подм.вым.}$ – время, затрачиваемое на обработку вымени и одевание доильных стаканов, мин.; $t_{д}$ – фактическое время доения коровы, мин.; $t_{пр}$ – время простоев конвейера по различным причинам, мин.; $t_{вып}$ – время, затрачиваемое на выпуск коровы, мин.

Идеальный цикл, осуществляемый без простоев:

$$t_{ци} = t_{вп} + t_{подм.вым.} + t_{д} + t_{вып} = \tau_{об}, \quad (2)$$

где $\tau_{об}$ – время одного оборота платформы доильной установки, мин.

Если $t_{дср} < t_{дср}$, то возникают простои первого рода, если $t_{дi} > t_{дср}$, то возникают простои второго рода.

В первом случае для исключения простоя необходимо увеличить скорость конвейера, снизив значение $t_{об}$, это будет новое значение $t_{об}$, продолжительности одного оборота платформы доильной установки.

Однако это можно сделать при условии, если следующая корова будет иметь $t_{дi+1} \leq t_{дi}$; при условии $t_{дi+1} > t_{дi}$ увеличить скорость нельзя, поскольку возникнет простой у следующей коровы.

Во втором случае, когда $t_{дi+1} > t_{дi}$ необходимо увеличить $t_{об}$, снизив скорость вращения платформы, для исключения остановки конвейера.

Следовательно, целесообразно плавное регулирование скорости конвейера в пределах:

$$\tau_{обmin} < \tau_{об} < \tau_{обmax} \quad (6)$$

Таким образом, при монотонном возрастании или убывании времени доения коровы целесообразно соответствующее изменение скорости вращения платформы, для чего необходимо обосновать закон ее регулирования в зависимости от разности продолжительностей доения отдельных животных. При анализе циклограммы в случае ($\tau_{об} = \tau_{обср}$) суммарная продолжительность внутрициклового простоя второго рода составляет примерно 2,5 часа.

При адаптивном регулировании, очевидно, что величина $\tau_{об}$ должна складываться из двух величин: постоянной составляющей $\tau_{обconst}$ и переменной составляющей $\Delta\tau_{обvar} = (t_{дi})$.

$$\tau_{об} = \tau_{обconst} + \Delta\tau_{обvar} \quad (7)$$

Рассмотрим подробнее фрагмент циклограммы работы доильной установки, для этого представим суммарную продолжительность цикла обслуживания i -ой коровы в виде:

$$t_{\text{Ц}_i} = t_{0_i} + \tau_{\text{ВП}_i} + t_{\text{Д}_i} \quad (8)$$

где t_{0_i} – время ожидания впуска на платформу.

Данная модель позволяет учитывать инерциальность системы отчета координат, связанную с работой вращающейся платформы доильной установки.

Учитывая вышеизложенное, при адаптивном управлении процессом вращения платформы необходимо: постоянно вычислять разность между циклами обслуживания i -й коровы и циклом доения коровы, имеющей максимальное значение данного параметра на заданном интервале.

Если сохраняется положительная разность, то изменение продолжительности оборота платформы невозможно по условию невыдаивания коровы за один оборот. В случае равенства или отрицательной разности (9), следует переключить скорость конвейера и «назначить» новое значение $\tau'_{0б}$.

В соответствии с хронометражными наблюдениями это составляет примерно 45–50 с. Следовательно, новое значение продолжительности оборота $\tau'_{0б}$ будет меньше на 45–50 с, что позволит поддерживать высокий темп работы доильного конвейера. Вместе с тем так может быть не всегда. Таким образом необходим компенсирующий алгоритм, устанавливающий «аномальные» одиночные выбросы параметра $t_{\text{Д}_{\text{max}}}$, во избежание удлиненного замедленного цикла обслуживания последующих животных и ощутимого снижения темпа работы доильного конвейера.

Это может быть выполнено по условию сравнения $t_{\text{Д}_{\text{max}}}$ и $t_{\text{Д}_{\text{ср}}}$, соответственно максимальной и средней продолжительности доения животных в стаде. Если скажем,

$$t_{\text{Д}_{\text{max}}} \text{ и } t_{\text{Д}_{\text{ср}}} \geq 2,5, \quad (9)$$

то это следует считать «аномальным выбросом» (для конкретного стада параметр уточняется).

Учитывая вышеизложенное, мы предлагаем следующий алгоритм адаптивного регулирования продолжительности оборота платформы ($\tau_{0б}$):

- 1) присвоить первой корове $t_{\text{Ц}_{\text{max}}} = \tau_{0б}$;
- 2) включить счетчик цикла сравнения $t_{\text{Ц}_{\text{max}}}$ и $t_{\text{Ц}_i}$;
- 3) если $t_{\text{Ц}_{\text{max}}} > t_{\text{Ц}_i}$, то значение $\tau_{0б}$ остается прежним, иначе

$t_{\text{Ц}_{\text{max}}} \leq t_{\text{Ц}_i} \rightarrow$ присвоить новое значение $\tau'_{0б}$;

4) проверить условие «аномальности» параметра $t_{д_{max}}$ по сравнению со средним значением времени доения в группе ($t_{д_{cp}}$)

$$t_{д_{i_{max}}}, t_{д_{cp}} \geq 2 \dots 2,5.$$

Если условие выполняется, то считать установленный параметр аномальным;

5) проверить условие компенсации аномального цикла доения;

б) включить счетчик цикла сравнения аномального $t_{ц_{max}}^a$ и текущего значения параметра $t_{ц_i}$. Если наступает равенство сравниваемых параметров за 5...6 циклов последовательного доения коров, то следует считать условие компенсации выполненным и назначить $\tau_{об} = t_{ц_{max}}^a$; иначе, следует «аномальный» параметр цикла исключить, а данную корову направить на повторный круг.

Таким образом, рассматривая кольцевую доильную установку как однопоточный конвейер, имеющий в качестве слабого звена аномально высокие продолжительности доения наиболее тугодойных коров, снижающих темп работы доильного конвейера, целесообразно разработать алгоритм адаптивного регулирования скорости вращения платформы в зависимости от продолжительности доения каждой коровы, учитывающий условия компенсации аномальных циклов доения отдельных животных, с целью оптимизации числа мест доения, исключения простоя конвейера и животных, что позволит повысить производительность труда на 20–25 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов Ю. Г. Методы и технические средства контроля и управления технологическими процессами в молочном животноводстве: // Дис. док. т. наук: 05.20.01. Москва, 2005. 319 с.
2. Цой Ю. А., Тесленко И. И., Баишева Р. А. Первые отечественные поточно-конвейерные доильные установки «Карусель». // Материалы 8 Международной научно-технической конференции «Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве». Москва: ГНУ ВИЭСХ, 2012 г. С. 53–62.

ANALYSIS OF OPTIMIZATION OF MILKING UNITS«CAROUSEL»

Keywords: *adaptive control, the algorithm governance, abnormal milking cycle, strip-ring installed milking unit, the duration of the platform turning, downtime, mission profile*

Annotation. *Artice considers ways to optimize the milking machines. There is an algorithm for the adaptive speed regulation of turning platform depending on the duration of each milking cow, taking into account the conditions of compensation of abnormal milking cycles of individual animals in order to optimize the number of places milking machine, eliminate downtime provide increased productivity by 20–25 % and a decline of investment in milking parlors.*

ТАРЕЕВА ОКСАНА АЛЕКСАНДРОВНА – старший преподаватель кафедры «Основы сельского хозяйства, химии и экологии» Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (oksya-kn@mail.ru).

TAREEVA OKSANA ALEKSANDROVNA – senior lecturer of the chair «Bases of agriculture, chemistry and ecology», Russia, Knyaginino, (oksya-kn@mail.ru).

КАЧЕСТВО ДОЕНИЯ КАК ОДИН ИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА МОЛОЧНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРОВ

Ключевые слова: массаж вымени, машинное додаивание, молокоотдача, продуктивность, фаза доения, холостое доение.

Аннотация. *Определены фазы молокоотдачи и выявлены отрицательные стороны холостого доения. Оптимизирован процесс машинного додаивания. Проанализирована работа существующих типов массажей вымени и их влияние на качество доения.*

Молочная продуктивность коров зависит от очень многих составляющих. К одному из факторов, влияющих на молочную продуктивность, можно отнести качество доения.

Выращивание хорошей коровы начинается с самого дня ее рождения. В последующем, уже нетелью, начинают приучать животное к машинному доению. Уровень молочной продуктивности напрямую зависит и от развития железистой ткани вымени, что не раз подтверждалось многочисленными опытами [3, с. 14].

Мы провели свой опыт, анализируя эффект от некоторых способов массажа нетелей, который показал, что наиболее эффективным видом воздействия на молочную железу нетелей является ручной массаж, но он при интенсивной промышленной технологии просто не подходит из-за его трудоемкости. Массаж вымени нетелей способствует развитию железистой ткани и правильному формированию формы, что в последующем отражается на молочной продуктивности животных. Пневмомассаж, то есть массаж вымени с помощью переменного давления воздуха пневмомассажером АПМ-Ф1, зарекомендовал себя как хороший альтернативный вариант. Опыт проводили в ООО АП «Соловьевское» Княгининского района Нижегородской области.

Кроме того в исследованиях Сударева Н. П. отмечено, что раздражение рецепторов молочной железы в течение 5–15 сек. при гигиенической подготовке (обмывание вымени и сдаивание первых струек молока) недостаточно для вызова полноценного рефлекса молокоот-

дачи. Увеличение времени подготовки за счет массажа до 30–40сек. может повысить интенсивность доения на 35 %, удой на – 8 %, количество молочного жира – на 10 %. Путем измерения количества оксигенина в крови коров установлено, что пик его, характеризующий максимум проявления рефлекса молокоотдачи, при 40–60-секундной подготовке появляется в первую минуту от начала доения, а при 20-секундной – в пятую. Усилением раздражения молочной железы у коров низкострессоустойчивого типа невозможно добиться осуществления полноценного рефлекса молокоотдачи. Коровы этого типа нуждаются в дополнительной стимуляции при машинном доении [3, с 14].

Таблица 1 – Показатели продуктивности, продолжительности доения и интенсивности молокоотдачи у коров-первотелок при различных видах массажа

Группа, способ массажа	Количество животных, гол.	Суточный удой, кг	Продолжит. доения, мин	Интенсивность молокоотдачи, кг/мин
1 – ручной	20	15,3	10,1	1,5
11 – пневмо	20	15,1	11,2	1,34

Кроме хорошо развитого вымени на молочность коровы влияет и само доильное оборудование. Так при работе доильных аппаратов могут возникать такие явления, как чрезмерное или недостаточное давление вакуума в подсосковом пространстве или пульсатор работает не в заданном режиме и т.д.

Такое явление, как холостое доение, также возникает достаточно часто и его, к сожалению, нельзя исключить полностью, но уменьшить его продолжительность до разумных пределов опытные операторы машинного доения и современная автоматика могут.

Холостое доение – это когда аппарат продолжает работать, но молоко из вымени коровы по каким-то причинам практически не выделяется. При этом под воздействием вакуума происходит как бы выворачивание стенок канала соска в нижней его части, что приводит к

их травмированию и может явиться причиной возникновения мастита [1, с. 175].

Чтобы решить проблему уменьшения времени «холостого» доения, необходимо вначале выяснить, когда это явление при доении появляется. Процесс выделения молока можно разделить на две фазы:

1) нервная, когда через 1–2 сек. выделяется молоко из крупных протоков;

2) нейро- гуморальная, которая наступает примерно через 45 сек. после начала раздражения рецепторов.

Доильный аппарат, как правило, начинает работать вхолостую как раз перед окончанием доения или додоем. Машинное додаивание – процесс, при котором в конце дойки оператор нажимает на коллектор вниз и вперед, одновременно с этим проводя массаж вымени, для того чтобы извлечь последние порции молока, в которых содержится высокий процент молочного жира. Но при высоком уровне интенсификации отрасли, по утверждению некоторых авторов, машинное додаивание проводить нецелесообразно, так как это не приводит к существенному росту продуктивности, а лишь снижает производительность труда [2, с 19].

Подготовительная фаза перед доением также играет немалую роль в формировании молочной продуктивности у коров, которых еще нетелями начинают приучать к машинному доению. Для этого применяют не только ручной массаж, но автоматическое стимулирование вымени животного.

При ручной стимуляции рекомендуется быстро проводить подготовку нескольких коров (3–4 животных) и лишь затем устанавливать стаканы на соски, начиная с первой подготовленной коровы. Благодаря этому останется достаточно времени, для того чтобы под влиянием естественного гормона окситоцина альвеолярное молоко поступило в вымя. Одновременная подготовка нескольких коров имеет важное значение для предотвращения «холостого» доения и ее рекомендуется проводить при наличии животных с незначительным количеством цистернального молока на один удой, например: при трехразовом доении, при низкой общей молочной продуктивности или в конце лактационного периода.

Холостая работа доильного аппарата может возникнуть уже в самом начале процесса. Если в цистерне вымени у коровы содержится только незначительное количество молока (обычно от 0 до 20 % общего количества молока в вымени) и если при подготовке к доению не проведена стимуляция истечения молока из альвеол вымени, молокоотдача может прекратиться, хотя корова выдоена не полностью. В

конце доения, перед машинным додаиванием чаще всего бывает холостое доение. При снижении цистернального давления до 0,7–1,3 кПа соски начинают расслабляться, и в доильные стаканы через сосковую резину может проникать воздух. Доильные стаканы начинают все глубже засасывать соски и стаканы «наползают на соски», перекрывая переход от железистой части цистерны вымени к сосковой и прерывая таким образом истечение молока. Это можно предотвратить за счет ручного или машинного оттягивания доильных стаканов.

Даже если будут реализованы все вышеперечисленные мероприятия, полностью устранить «холостое» доение при машинном доении нельзя. Исследования Баварского сельскохозяйственного управления показали, что даже на лучших предприятиях средняя продолжительность «холостого» доения при каждом доении составляет почти две минуты на одну корову, а минимальная и максимальная продолжительность – 0 и 12 минут соответственно. На доильных установках типа «Елочка» средняя продолжительность «холостого» доения после окончания основного доения, по результатам исследований Ростовского университета, составляла 1,65 минуты на одну корову при каждой дойке. Максимальная продолжительность достигала почти 4 минуты.

Нередко основной причиной продолжительного «холостого» доения являются недостатки в организации работы. Зачастую за одним оператором машинного доения закреплена слишком большая группа коров. Если, например, произойдет задержка с додаиванием у одной коровы, то дояр не в состоянии своевременно определить момент окончания основного доения у другой. Задержка начала додаивания или задержка снятия доильного аппарата у этих коров может привести к увеличению времени «холостого» доения. Разная скорость молокоотдачи у отдельных коров в стаде также приводит к проблемам. Если оператор машинного доения потеряет контроль над тем, какая корова быстрее и какая медленнее доится, то ситуация «холостого» доения будет возникать чаще.

Другими причинами «холостого» доения могут стать изгиб молочного шланга, неравномерно развитые доли вымени (особенно при ступенчатом вымени, у которого передние четверти развиты меньше чем задние) и болезни вымени. Однако и при нормальной форме вымени количество молока в отдельных четвертях и продолжительность их выдаивания могут сильно различаться, молокоотдача прекращается в разное время. У здоровых коров с нормальной формой вымени чащеобразной формы время «холостого» доения отдельных четвертей принимается в среднем равным одной минуте. Считается, что «холо-

стое» доение начинается тогда, когда скорость молокоотдачи снижается примерно до 180 г/мин. Новые исследования, однако, показывают, что «холостое» доение отдельных четвертей может возникнуть уже при молокоотдаче со скоростью 400 г/мин. причины: неравные четверти вымени и неправильно установленные доильные стаканы. Поэтому в среде специалистов ведется дискуссия об увеличении пороговой величины отключения доильного аппарата при 400 г/мин. Это весьма важно для здоровья животных, поскольку «холостое» доение не только снижает молокоотдачу и увеличивает продолжительность доения, но и ведет к уплотнению тканей или отекам сосков.

Что можно предпринять, чтобы избежать этого на практике?

Профилактика довольно проста. Автоматический контроль над молокоотдачей, автоматика для додаивания и съема доильных аппаратов – все это с самого начала необходимо предусмотреть в инвестиционной программе. В современных установках без такой автоматики просто не обойтись. С имеющимся оборудованием необходимо не только работать, но и надлежащим образом его настраивать (при необходимости с помощью производителя в рамках сервисного обслуживания). При наличии автоматического отключения нужно контролировать значение, при котором срабатывает прибор, и период его нормативного запаздывания.

Исследования, проведенные на предприятиях, показывают, что автоматика отнюдь не всегда функционирует точно. Вполне может случиться, что автомат настроен на отключение при скорости молокоотдачи 300 г/мин., а практически отключается при меньших значениях. Тогда необходима срочная корректировка. При низкой степени автоматизации доильных установок большое значение придается способности оператора оценивать протекание технологического процесса доения. За счет постоянного наблюдения за группой коров и своевременного реагирования можно уменьшить время «холостого» доения, а тем самым и негативное воздействие на ткани соска, путем своевременного профессионального вмешательства в процесс доения (машинное додаивание). Сократить период «холостого» доения можно, если попытаться организовать процесс дойки так, чтобы молокоотдача была интенсивной, а период додаивания коротким. Таким образом, процесс доения будет находиться под контролем оператора.

Из-за недостаточного финансирования многие хозяйства не могут позволить себе приобрести современное дорогостоящее оборудование, позволяющее полностью автоматизировать процесс преддоильной подготовки и доения коров, поэтому операторам машинного доения

приходится рассчитывать в основном только на свой многолетний опыт работы в этой сфере.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карташов Л. П. Учебник мастера машинного доения. М.: Колос, 1994. 368 с.
2. Сивкин Н. В., Виноградов В. Н., Пруданов А. И. Совершенствование техники доения молочных коров // Зоотехния 2008. № 12. С. 19–20.
3. Сударев Н. П. Эффективность различных способов массажа вымени нетелей на развитие молочной продуктивности первотелок // Зоотехния. 2008. № 12. С.14.

THE QUALITY OF MILKING AS ONE OF THE FACTORS INFLUENCING DAIRY COWS PRODUCTIVITY

Keywords: *massage of the udder, machine milking, productivity, milking phase, blank milking.*

Annotation. *Paper defines phases of milking and detects negative sides of blank milking, optimized the process of machine milking. The operation of the existing types of massage of the udder and their impact on the quality of milking are considered.*

ШУВАРИН МИХАИЛ ВЛАДИМИРОВИЧ – кандидат экономических наук, доцент кафедры «Основы сельского хозяйства, химии и экологии», Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (osnovsh@yandex.ru).

SHUVARIN MIKHAIL VLADIMIROVICH – candidate of economic sciences, docent of the chair «Bases of agriculture, chemistry, ecology», Nizhny Novgorod state engineering and economic institute, Russian, Knyaginino, (osnovsh@yandex.ru).

**Министерство образования Нижегородской области
Государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования**

**НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ИНЖЕНЕРНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

Уважаемые коллеги!

**Научный журнал «Вестник НГИЭИ»
приглашает к сотрудничеству!**

**Научный журнал «Вестник НГИЭИ» публикует статьи
по научным направлениям, экономические и технические науки**

Условия и порядок приема рукописей

1. Редакция принимает к публикации материалы на русском языке по темам, соответствующим основным научным направлениям журнала. Научные статьи принимаются в течение года и при условии положительных результатов независимой экспертизы включаются в очередной номер журнала.

2. В журнале публикуются статьи, отличающиеся высокой степенью научной новизны, теоретической и практической значимости. В статье должны быть изложены основные научные результаты исследования. Материалы статьи должны быть оригинальными, ранее нигде не публиковавшимися. Авторами статей могут быть ученые-исследователи, докторанты, аспиранты, соискатели.

3. Авторы предоставляют рукописи в редакцию журнала на электронные адреса (ngieiipc@gmail.com и provalenova@ngiei.ru) один файл формата Microsoft Word. Файлы, инфицированные вирусами, не обрабатываются и не принимаются к опубликованию.

4. Поступившие в редакцию материалы регистрируются и в течение 3-х дней автору (авторам) по электронной почте высылается подтверждение о получении статьи.

5. Статьи, не соответствующие условиям публикации и требованиям к оформлению, не рассматриваются.

6. Если рецензия содержит рекомендации по исправлению и доработке статьи, то она направляется автору с предложением учесть рекомендации при подготовке нового варианта статьи. Датой поступ-

ления статьи в данном случае считается день получения редакцией окончательного варианта статьи.

7. Плата с аспирантов за публикацию статей не взимается.

Адрес редакции, издателя, типографии

606340, Россия, Нижегородская область, город Княгинино, улица
Октябрьская, дом 22 а.

Требования к публикуемым статьям и их оформлению

Форматирование основного текста

1. Текст должен быть набран в Microsoft Word и сохранен в файле, только с расширением (.rtf).

2. Название файла должно состоять из фамилии первого автора и двух первых слов названия статьи (Петров В.А. Эффективность.rtf).

3. Формат страницы – А5 (книжный).

4. Поля – все по 20 мм.

5. Абзацный отступ – 0,75 см.

6. Шрифт – Times New Roman, обычный; размер кегля (символов) – 10 пт.

7. Межстрочный интервал – одинарный.

8. Номер страницы располагается внизу от центра.

Объем статьи

От 0,5 до 1,0 авторского (учетно-издательского) листа – 20–40 тыс. знаков (с пробелами).

Требования и структура публикуемой статьи

Публикуемая в журнале статья должна состоять из следующих последовательно расположенных элементов:

1. Индекс универсальной десятичной классификации (УДК) – слева, обычным шрифтом; индекс УДК должен соответствовать заявленной теме; если тема комплексная, то используются несколько индексов УДК разделенных (:). 2. Инициалы автора (авторов) и фамилия (фамилии) – по центру, прописными буквами, курсивом (на русском языке). Авторы перечисляются в алфавитном порядке. 3. Заголовок (название) статьи – по центру, полужирным шрифтом прописными буквами (на русском языке), отступив одну строку от Ф.И.О. автора (авторов); название статьи не должно иметь знаков переноса слов.

4. Ключевые слова (5–10) курсивом (на русском за исключением самого словосочетания «**Ключевые слова:**»), которое пишется полужирным шрифтом и курсивом. Ключевые слова и словосочетания перечисляются в алфавитном порядке.

5. Аннотация (до 500 знаков) курсивом (на русском языке) за исключением самого слова «**Аннотация.**», которое пишется полужирным шрифтом и курсивом.

6. Текст статьи.

7. Литература – отделяется одной строкой от основного текста статьи и пишется прописными буквами «ЛИТЕРАТУРА».

8. Заголовок (название) статьи (на английском языке) – прописными буквами, жирным шрифтом, по центру; через одну пустую строку от литературы;

9. Ключевые слова (5–10) курсивом (на английском языке) за исключением самого словосочетания «**Keywords:**», которое пишется полужирным шрифтом и курсивом; через одну пустую строку от названия статьи (на английском языке).

10. Аннотация (до 500 знаков) курсивом (на английском языке) за исключением самого слова «**Annotation.**», которое пишется полужирным шрифтом и курсивом; через одну пустую строку от ключевых слов (на английском языке).

11. Сведения об авторе (на русском языке) – фамилия, имя, отчество пишется полностью прописными буквами и жирным шрифтом, через тире (–) строчными буквами указывается научная степень, научное звание, должность, место работы, страна, город, электронный адрес, телефон.

12. Сведения об авторе (на английском языке) – фамилия, имя, отчество пишется полностью прописными буквами и жирным шрифтом, через тире (–) строчными буквами указывается научная степень, научное звание, должность, место работы, страна, город, электронный адрес, телефон.

Литература

Литература оформляется в алфавитном порядке по Госту 2008 в виде затекстовых сносок (на каждый источник должна быть ссылка).

Рисунки, схемы, диаграммы, фотографии

Иллюстрации должны быть четкими и только черно-белыми. Шрифт в иллюстрациях должен быть сопоставим с 10 размером. Иллюстрациям присваивается порядковый номер, подписываются словом «Рисунок – ». Название рисунка пишется по центру, обычным шрифтом и строчными буквами, кроме прописной в первом слове.

Таблицы

Название таблицы пишется по центру после самого слова «Таблица – » с указанием ее порядкового номера. Название таблицы пишется обычным шрифтом и строчными буквами, кроме прописной в первом слове.

Одновременное использование таблиц и графиков (рисунков) для изложения одних и тех же результатов не допускается.

Формулы

Набор формул осуществляется только в текстовом редакторе Microsoft Equation.

Нумерация формул – сквозная, арабскими цифрами, справа в конце строки, в круглых скобках.

Размер символов в формуле должно соответствовать 10 размеру основного текста.

УДК 631.1.017

С. А. СУСЛОВ

**ОПТИМАЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ
ПОСЕВНЫХ ПЛОЩАДЕЙ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР
В АГРОРАЙОНАХ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ**

Ключевые слова: *группировка, оптимизация, посевная площадь, экономико-математическая модель.*

Аннотация. *Проведена группировка сельскохозяйственных организаций по посевной площади зерновых культур. Выявлены наиболее экономически эффективные организации по агроклиматическим районам в зависимости от размера посевных площадей. На основе линейной оптимизации определен эффект от лучшего сочетания организаций по размерам землепользования.*

Одним из актуальных вопросов сельского хозяйства является установление в организациях оптимальных размеров землепользования, которые влияют на размер всего сельскохозяйственного производства, а именно: объем капитальных вложений, денежно-материальные затраты, транспортные расходы, концентрация и специализация, эффективность управления и т. д.

Земля – это единственный не заменимый фактор сельскохозяйственного производства, обладающий неподвижностью, а следовательно, наибольшей устойчивостью. К тому же процессы концентрации и интенсификации производства отражаются прежде всего на земле путем повышения ее плодородия.

Установление оптимальных размеров посевных площадей вносит устойчивость в землепользование организаций, так как неизменность ее границ является первой и главной предпосылкой рациональной организации производства, а именно ведения и освоения правильных севооборотов, систем земледелия и животноводства [1, с. 17].

На размеры организаций и их производственных подразделений оказывают влияние многие факторы – природные, экономические, технические, организационные и другие. Каждый из них действует не разрозненно, а в сочетании друг с другом и нередко в противоположном направлении: одни влияют в направлении укрупнения размеров землепользования, другие, напротив, – в сторону уменьшения этих размеров. Это усложняет определение роли факторов в нахождении оптимальных размеров [2, с. 28].

Таблица 1 – Климатическая характеристика агрономических районов Нижегородской области

Агрономический район	Сумма положительных температур	Продолжительность безморозного периода, дней
Северо-Восточный (I)	1800–1900	120–125
Центральный левобережный (II)	1900–2000	130–135
Приречный почвозащитный (III)	2000–2100	130–135
Пригородный (IV)	2100–2150	130–135
Центральный правобережный (V)	2150–2200	135–140
Юго-Западный (VI)	2200–2250	135–140
Юго-Восточный (VII)	2250–2300	135–140

Вследствие этого была проведена группировка сельскохозяйственных организаций внутри каждого агрорайона. Группировочным признаком выступила посевная площадь зерновых культур, занимающих доминирующее место в структуре посевов (табл. 2). Размер групп в каждом агрорайоне определялся по методу равных интервалов.

Для определения эффекта от оптимизации размеров посевных площадей по агрорайонам была составлена экономико-математическая модель. Цель задачи – определить структуру организаций с оптимальными размерами посевных площадей по агрорайонам, обеспечивающую максимум прибыли от продажи продукции.

$$Z = \sum_{j \in J} \sum_{k \in K} R_{jk} X_{jk} \rightarrow \max ,$$

где j – индекс переменной; J – множество переменных по размерам организаций; K – множество агрорайонов; R_{jk} – прибыль (убыток) от реализации сельскохозяйственной продукции j -го размера организаций k -го агрорайона; X_{jk} – количество организаций j -го размера в k -ом агрорайоне.

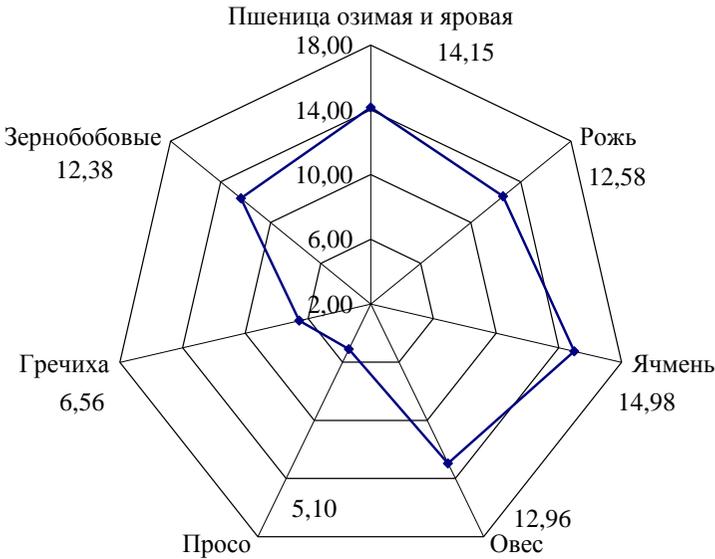


Рисунок 1 – Средняя урожайность зерновых культур за 1995–2000 год, ц с га

Проведение исследования в целом по области, без разбивки организаций по агрорайонам, и установление единых границ в группировках не позволило бы выявить, где в регионе сконцентрированы крупные, средние и мелкие организации и в каких природно-климатических условиях эффективность каждой выше. Вследствие этого при проведении экономических исследований по оптимальным размерам землепользования нужно учитывать весь комплекс факторов, влияющих на функционирование организаций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бородин И. А. Концентрация производства и оптимальные размеры сельскохозяйственных предприятий. М.: Издательство «Знание», 1966. 76 с.
2. Социально-экономические проблемы устойчивого развития сельских территорий: монография / Под ред. проф. А. Е. Шамина. Княгинино: НГИЭИ, 2011. 256 с.
3. Суслов С. А., Шамин А. Е. Повышение экономической эффективности производства и переработки зерна: монография. Княгинино: НГИЭИ, 2010. 192 с.

THE OPTIMUM SIZES OF AREAS UNDER CROPS OF GRAIN CROPS IN AGROAREAS OF THE NIZHNIY NOVGOROD REGION

***Keywords:** optimization, an area under crops, grouping, economic-mathematical model*

***Annotation.** The grouping agricultural organizations on an area under crops of grain crops is spent. Are revealed most economic the effective organizations on agroclimatic areas, in for-visimosti from the size of areas under crops. On the basis of linear optimization the effect from the best combination of the organizations, on the sizes of land tenure is defined.*

СУСЛОВ СЕРГЕЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ – кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и статистики, Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (nccmail4@mail.ru), тел. 89512458566.

SUSLOV SERGEI ALEKSANDROVICH – candidate of economics sciences, the senior lecturer of chair of economy and statistics, the Nizhniy Novgorod state engineering-economic institute, Russia, Knyaginino, (nccmail4@mail.ru), тел. 89512458566.
