

# РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ДВИЖЕНИЯ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА В ЭЖЕКТОРЕ МАЛОГАБАРИТНОГО КОМБИКОРМОВОГО АГРЕГАТА

*С. Ю. Булатов, к.т.н., доцент кафедры «Механика  
и сельскохозяйственные машины» НГИЭИ*

**Аннотация.** В настоящее время широкое распространение получили малогабаритные комбикормовые агрегаты и заводы, включающие в свой состав дробилки с пневмозабором. Однако не в полной мере используются заложенные в них технологические возможности. Предложенная нами конструкция эжектора позволяет повысить пропускную способность всего агрегата. В статье представлена конструктивно-технологическая схема и общий вид эжектора, описаны условия проведения эксперимента, представлены результаты проведенных однофакторных экспериментов эжектора.

**Ключевые слова:** комбикормовый агрегат, молотковая дробилка, эжектор, воздушный поток.

## RESULTS OF RESEARCHES OF MOVEMENT OF AN AIR STREAM IN THE LOADING DEVICE SMALL- SIZED UNIT OF THE COMBINED FORAGE

*S. J. Bulatov, the senior lecturer of chair «Mechanics  
and agricultural cars»*

**Annotation.** Now a wide circulation have received small-sized unit for preparation of a forage and the factories including in the structure of a crusher with a pneumofence. However the technological possibilities put in pawn in them are not to the full used. The design offered by us loading device allows

to raise throughput of all unit. In article the is constructive-technological scheme and a general view of loading device is presented, conditions of carrying out of experiment are described, results of the spent one-factorial experiments loading device are presented.

**The keywords:** the unit for preparation of a forage, the hammer mills, the loading device, the air stream.

В настоящее время значительным спросом среди сельхозпроизводителей пользуются малогабаритные комбикормовые заводы и агрегаты с пневмозабором фуражного зерна из буртов и насыпей. Однако не в полной мере используются заложенные в них технологические возможности, а система пневмозабора материала требует дальнейшего совершенствования.

Нами была предложена и разработана конструкция эжектора (рис. 1), позволяющего повысить пропускную способность дробилки [1].

Важной составляющей рабочего процесса эжектора является движение воздушного потока.

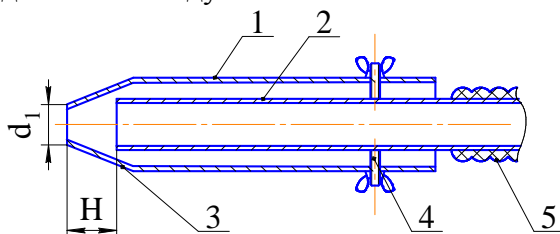


Рис. 1. Конструктивная схема экспериментального эжектора: 1 – внешняя труба; 2 – внутренний патрубок; 3 – диффузор; 4 – регулировочные болты; 5 – транспортный трубопровод

Для имитации работы эжектора в различном слое зерна и изучения движения воздуха в нем была создана лабораторная установка (рис. 2 и 3), состоящая из вертикального патрубков 1 с сеткой и двух пневмопроводов 2 и 5, между которыми устанавливали испытуемый эжектор. На стенке патрубка 1 была нанесена разметка через 100 мм. В вертикальный патрубок 1 засыпали зерно слоем 100 мм, 200 мм, 300 мм и 400 мм и определяли потери напора воздушного потока с помощью трубки Пито при различных значениях фактора  $H$ .

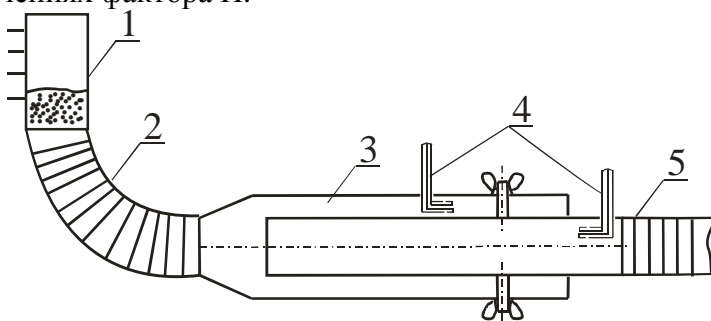


Рис. 2. Конструктивная схема лабораторной установки для испытания эжекторов: 1 – вертикальный патрубок; 2, 5 – пневмопровод; 3 – эжектор; 4 – трубка Пито

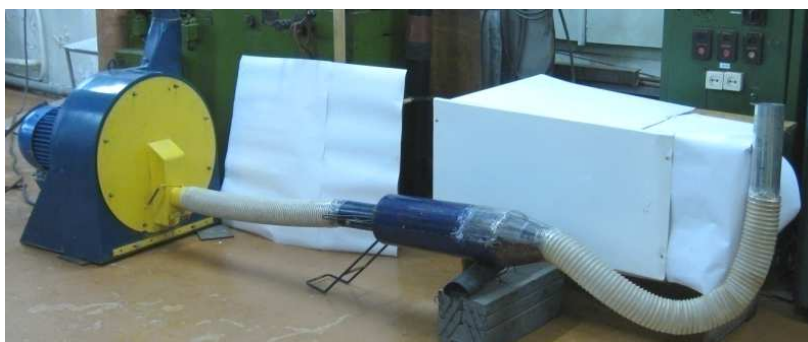


Рис. 3. Общий вид лабораторной установки для испытания эжекторов

После проведения опытов и обработки результатов были построены кривые, описывающие изменение коэффициента сопротивления зернового слоя в зависимости от скорости воздушного потока в зерновом слое (рис. 4). При увеличении скорости воздушного потока (что соответствовало уменьшению площади  $F$  входного кольцевого зазора) коэффициент сопротивления снижался по параболической зависимости и при максимальной скорости  $v = 4,5 \text{ м/с}$  принимал минимальное значение  $\xi = 0,93$ .

При увеличении глубины зернового слоя со 100 мм до 300 мм коэффициент сопротивления увеличивался на 3...50 % во всем исследуемом диапазоне скорости воздушного потока. При увеличении глубины зернового слоя с 200 мм до 300 мм повышение коэффициента сопротивления составляет 1...30 %.

Результаты лабораторных испытаний по определению коэффициента сопротивления зернового слоя представлены в приложении 4.

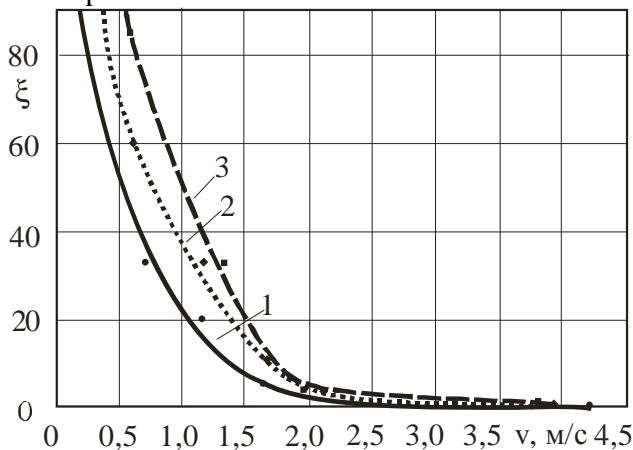


Рис. 4. Изменение коэффициента сопротивления зернового слоя при глубине:

1 – 100 мм; 2 – 200 мм; 3 – 300 мм.

По результатам проведенных испытаний можно сделать вывод, что изменение коэффициента сопротивления зернового слоя при увеличении его глубины незначительно ( $\xi$  возрастает на 3...10%) при скоростях воздушного потока от 2 м/с до 4,5 м/с. В диапазоне  $v = 0,5 \dots 2$  м/с коэффициент сопротивления возрастает на 20...50%.

Для оценки скорости воздушного потока на начальном участке внутреннего патрубка эжектора проведены исследования по определению поля скоростей. Показания снимали в трёх сечениях: у входной кромки внутреннего патрубка и на расстояниях, равных соответственно половине и диаметру входного патрубка по ходу движения воздушного потока при площади  $F$  входного кольцевого зазора  $8 \cdot 10^2 \text{ мм}^2$ ,  $26 \cdot 10^2 \text{ мм}^2$  и  $78 \cdot 10^2 \text{ мм}^2$ . По результатам опытов построены поля скоростей осевой составляющей воздушного потока (рис. 5).

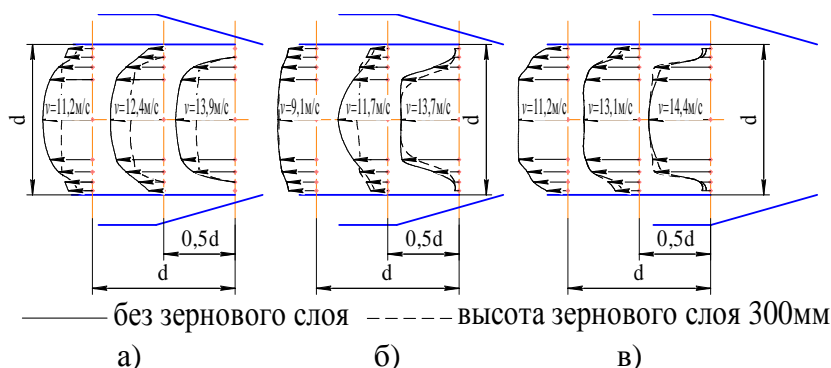


Рис. 5. Распределение скорости воздушного потока во внутреннем патрубке экспериментального эжектора при площади входного кольцевого зазора:

а) –  $8 \cdot 10^2 \text{ мм}^2$ ; б) –  $26 \cdot 10^2 \text{ мм}^2$ ; в) –  $78 \cdot 10^2 \text{ мм}^2$

При площади  $F$  входного кольцевого зазора, равной  $8 \cdot 10^2 \text{ мм}^2$ , наблюдалось сужение струи (рис. 5, а), что объ-

ясняется взаимодействием двух пересекающихся воздушных потоков. Воздушный поток, движущийся в межстеночном кольцевом пространстве, менял направление движения на 180 градусов, в связи с чем возникало поджатие центральной струи, движущейся в прямом направлении от входного отверстия диффузора.

При увеличении площади входного кольцевого зазора наблюдалось выравнивание скорости воздушного потока по сечению внутреннего патрубка, что позволяет говорить о более равномерном заборе и подаче зернового материала в материалопровод.

При движении воздушного потока вдоль оси внутреннего патрубка происходило его выравнивание по всему сечению.

При погружении эжектора в зерновой слой сопротивление движению воздушного потока при малых площадях входного кольцевого зазора значительно возрастало, что сказывалось на распределении скорости потока по сечению внутреннего патрубка и приводило к снижению средней скорости воздушного потока. При увеличении площади  $F$  с  $26 \cdot 10^2 \text{ мм}^2$  до  $78 \cdot 10^2 \text{ мм}^2$  для случаев без зернового слоя и с зерновым слоем происходило выравнивание полей скоростей. Поэтому для более стабильной работы эжектора и более равномерной подачи материала площадь входного кольцевого зазора для эжектора с углом диффузора  $30^\circ$  должна быть не менее  $26 \cdot 10^2 \text{ мм}^2$ .

Был определён коэффициент поджатия струи  $\alpha$  для различных случаев движения воздушного потока, определяемый по выражению:

$$\alpha = \frac{d_{г.н}^2}{d_c^2},$$

где  $d_{г.н}$  – диаметр внутреннего патрубка,  $\text{м}^2$ ;  $d_c$  – диаметр струи в месте её наибольшего поджатия,  $\text{м}^2$ .

При площади входного кольцевого зазора  $26 \cdot 10^2$  мм<sup>2</sup> без зернового слоя (рис. 6, а) коэффициент поджатия струи  $\alpha$  составлял 0,09, сечение наибольшего сужения потока находилось на расстоянии, равном  $0,11 d_{в.п.}$  от входной кромки внутреннего патрубка. Для случая б, б за счёт уменьшения скорости воздушного потока, проходящего через зерновой слой, коэффициент поджатия струи  $\alpha$  уменьшался до 0,08, а сечение наибольшего сужения потока смещалось от кромки входного патрубка на расстояние, равное  $0,13 d_{в.п.}$ .

При увеличении площади входного кольцевого зазора с  $26 \cdot 10^2$  мм<sup>2</sup> до  $78 \cdot 10^2$  мм<sup>2</sup> (рис. 7, а, б) коэффициент поджатия струи  $\alpha$  увеличивался до 0,12, сечение наибольшего сужения потока смещалось от кромки входного патрубка на расстояние, равное  $0,22 d_{в.п.}$ .

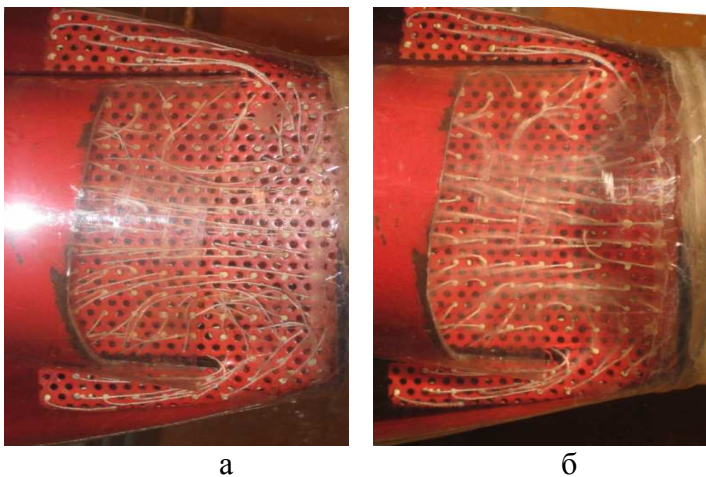


Рис. 6. Характер движения воздушного потока в экспериментальном эжекторе при площади входного кольцевого зазора  $26 \cdot 10^2$  мм<sup>2</sup>: а – без зернового слоя; б – зерновой слой 300мм

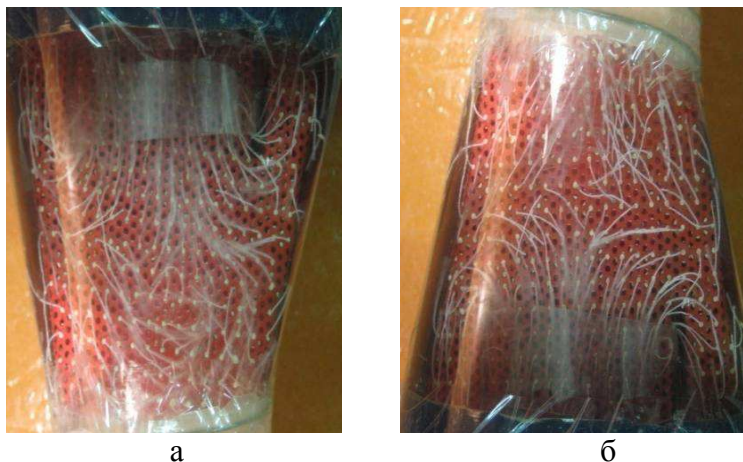


Рис. 7. Характер движения воздушного потока в экспериментальном эжекторе при площади входного кольцевого зазора  $78 \cdot 10^2 \text{ мм}^2$ : а – без зернового слоя; б – зерновой слой 300мм

По результатам проведенных исследований можно сделать вывод, что поджатие струи воздуха на входе во внутренний патрубок эжектора велико (коэффициент поджатия струи  $\alpha=0,08...0,12$ ) и при увеличении входного кольцевого зазора уменьшается незначительно (с 0,08 до 0,12).

На основании результатов лабораторных исследований и используя аналитические зависимости [2], была рассчитана теоретическая пропускная способность дробилки  $Q_d$  при применении исследуемых вариантов эжекторов.

По рассчитанным данным были построены зависимости (рис. 8), описывающие изменение пропускной способности дробилки при коэффициенте концентрации  $\kappa = 3$ .



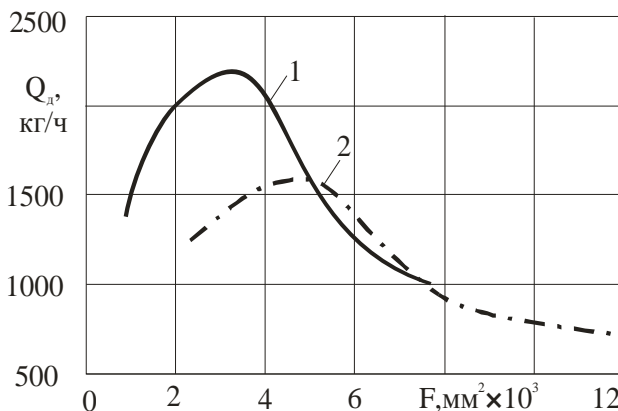


Рис. 8. Изменение теоретической пропускной способности дробилки при подаче зерна эжектором: 1 – с углом диффузора 30 °; 2 – с углом диффузора 90 °

Таким образом, из проведенных исследований следует, что расчетная максимальная пропускная способность дробилки обеспечивается при подаче зернового материала эжектором с углом диффузора 30 ° и при коэффициенте концентрации  $\kappa = 3$  составляет 1600 кг/ч,  $\kappa = 4$  – 2250 кг/ч,  $\kappa = 5$  – 2680 кг/ч.

### *Список литературы*

1. Баранов, Н. Ф. Оптимизация конструктивных факторов пневмоэжектора комбикормового агрегата «Доза-Агро» / Н. Ф. Баранов, С. Ю. Булатов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики: Материалы II Международной науч.-практ. конф. «Наука – Технология – Ресурсосбережение»: Сб. науч. тр. Киров: Вятская ГСХА, 2009. Вып. 10. С. 10...15.

2. Булатов, С. Ю. Совершенствование системы загрузки малогабаритных комбикормовых агрегатов серии «ДОЗА» // Машинно-технологическое обеспечение живот-

новодства – проблемы эффективности и качества: Сб. науч. тр. Подольск, 2010. Том 21. Ч3. С. 127...135.

## **ВЫБОР ВЕНТИЛЯТОРА ДЛЯ ПНЕВМОТРАНСПОРТИРОВАНИЯ МАТЕРИАЛА В КОМБИКОРМОВОМ АГРЕГАТЕ**

***В. Н. Нечаев**, аспирант, преподаватель кафедры  
«Механика и сельскохозяйственные машины»*

**Аннотация.** В настоящее время в кормопроизводстве широкое применение находят комбикормовые агрегаты, основными рабочими элементами которых являются: дробилка концентрированных кормов, вентилятор и смеситель. Выбор типа вентилятора, обеспечивающего необходимые показатели работы в пневмосистеме агрегата, представляет большой практический интерес. Радиальные вентиляторы с различной формой лопаток получили наибольшее применение в пневмосистеме кормоагрегатов.

**Ключевые слова:** комбикормовый агрегат, дробилка, вентилятор, лопатки вентилятора.

## **CHOICE OF THE FAN FOR MATERIAL PNEUMOTRANSPORTATION IN THE UNIT OF COMBINED FORAGE**

***V. N. Nechaev**, the post-graduate student, the teacher  
of chair «Mechanics and agricultural cars»*

**Annotation.** Now in manufacture of forages wide application is found by units of the combined forages, the basic which working elements are: a crusher of the concentrated fo-