

АЛГОРИТМИЗАЦИЯ ЦИКЛООБРАЗНОЙ РАБОТЫ КОНВЕЙЕРНОЙ ДОИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

О. А. Тареева, преподаватель кафедры «Основы сельского хозяйства, химии и экологии» ГБОУ ВПО «Нижегородский государственный инженерно-экономический институт»

Аннотация. Создание корректирующего алгоритма и соответствующей программы для блоков измерения процесса доения в карусельных доильных установках позволит оптимизировать работу данных установок за счет сокращения времени дойки.

Ключевые слова: карусельные доильные установки; внутрицикловые простои; внешние простои; средняя скорость вращения платформы; минимальное, среднее и максимальное время доения.

Доение в конвейерном доильном зале – это проверенная концепция. Конвейерные доильные установки обеспечивают высокую производительность труда на молочных фермах, где необходима высокая отдача от коров за единицу времени. Одинаковый процесс доения для каждой коровы, который происходит ежедневно, обеспечивает спокойствие коров.

Преимуществами конвейерных доильных систем являются следующие:

- коровам требуется пройти очень небольшое расстояние до доильного стойла;
- крова доставляется к оператору; операторы работают на фиксированных рабочих местах, по стабильной программе и с минимальными перемещениями;

- платформа работает в непрерывном режиме со стабильной скоростью, задавая темп работы операторов;
- скорость вращения платформы регулируется в соответствии с характеристиками доения конкретной группы коров;
- каждой корове отводится одинаковое время для доения;
- размер группы не имеет значения. Нет проблем с лишними коровами и неполными группами;
- каждая корова имеет собственное стойло. Это стойло выглядит одинаково при каждой дойке. Корову не беспокоят движения и помехи от коров в соседних стойлах;
- новые коровы легко обучаются, следуя за предыдущей коровой на платформу;
- конвейерные доильные залы легко вписываются в конфигурацию молочной фермы. Благодаря одному проходу для входа и одному для выхода управлять потоком коров очень легко. К тому же, наличие единственных выходных ворот значительно упрощает отсечение животных в зону обработки.

Теоретический расчет пропускной способности конвейерной доильной установки можно провести следующим образом. На доение одной коровы обычно требуется от 1,5 до 14 минут. Установка времени оборота на 15 минут обеспечивает достаточное время для подготовки, выдаивания и последующей обработки каждой коровы перед выходом. Пятнадцать минут на один оборот – это 4 оборота в час. Платформа на 36 стойл, где три стойла приходятся на зоны входа и выхода и три стойла на подготовку, на доение остается 30 стойл. Умножаем 30 стойл на 4 оборота в час, получаем пропускную способность в 120 коров в час. Фактическая пропускная способность составляет в среднем 98 коров.

Приведенный выше теоретический расчет основан на предположении, что доильный зал работает непрерывно, без остановок. В действительности так бывает не всегда, так как остановки могут происходить из-за коров, которым не удается зайти на платформу; из-за коров, которые несколько дней назад отелились и доятся не в общий молокопровод, а в отдельное ведро; из-за стойл, которые могут оставаться пустыми. Поэтому доильный зал работает в среднем на 90 % от теоретической пропускной способности.

Одно из важнейших преимуществ карусельной доильной установки – постоянный поток животных. Поэтому для обеспечения непрерывной работы доильного зала необходима хорошая организация движения животных в зал и из зала; перерывы в потоке коров должны быть исключены.

Например, если при нарушении потока животных происходит пропуск стойла, эффективнее оставить это стойло пустым и продолжить вращение платформы. Остановка или запуск платформы в обратном направлении для заполнения пропущенного стойла приведут к еще большему нарушению потока животных и большим потерям времени, чем пропущенное стойло. Когда происходит останов платформы, все коровы тоже вынуждены остановиться, а оператор – прервать работу.

Сложнее исключить перерывы в потоке коров, когда происходит останов конвейера вследствие того, что некоторые коровы не успевают выдаиваться за один оборот платформы. 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.

Для исключения данного вида простоев необходимо проанализировать циклообразный ритм работы конвейерной доильной установки.

$$t_{ц} = t_{вп} + t_{подм\ вым} + t_{д} + t_{пр} + t_{вып} ,$$

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

1. Идеальный цикл, то есть цикл без простоев:

$$t_{ци} = t_{вп} + t_{подм\ вым} + t_{д} + t_{вып} = t_{об} ,$$

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

2. Реальный цикл:

$$t_{цр} = t_{вп} + t_{подм\ вым} + t_{д} + t_{вып} + t_{пр} .$$

2.1. Внутрицикловые простои, то есть простои без останова (без последействия):

$$t_{об} > t_{ци} = t_{вп} + t_{подм\ вым} + t_{д} + t_{вып} .$$

2.2. Внешний простой с последействием:

$\tau_{0\delta} > t_{\text{ин}}$, следовательно, происходит останов конвейера, то есть нет впуска – выпуска.

$$t_{\text{пр}} = t_{\text{ин}} - \tau_{0\delta} = t_{\text{пр.ин}} + t_{\text{пр.вып}},$$

где $t_{\text{пр.ин}}$ – простой конвейера при впуске коров, мин.; $t_{\text{пр.вып}}$ – простой конвейера при выпуске коров, мин.

В первом случае (2.1) – занижена скорость вращения конвейера или завышено число станкомест.

Во втором случае (2.2) – завышена скорость вращения конвейера или занижено число станкомест.

На практике простои в основном определяются флуктуацией параметра t_{δ} – времени доения.

Если 1) $t_{\delta_i} < t_{\delta_{\text{пр}}}$, то, следовательно, возникает случай (2.1) – простои первого рода.

Если 2) $t_{\delta_i} > t_{\delta_{\text{пр}}}$, то, следовательно, возникает случай (2.2) – простои второго рода.

В первом случае для исключения простоя необходимо увеличить скорость конвейера, снизив значение $\tau_{0\delta}$:

$$\begin{aligned} \tau_{0\delta} - t_{\delta_i} &= t_{\text{пр}} \\ t_{\text{пр}} &= \tau_{0\delta} - t_{\delta_i} \text{ следовательно равны } 0 \\ \tau_{0\delta}' &= \tau_{0\delta} - t_{\text{пр}}, \end{aligned}$$

где $\tau_{0\delta}'$ – новое значение продолжительности одного оборота платформы доильной установки.

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

Во втором случае, когда $t_{\delta_i} > t_{\delta_{\text{пр}}}$ необходимо увеличить $\tau_{0\delta}$, таким образом, снизив скорость вращения платформы.

$$t_{\text{пр}} = t_{\text{и}} - \tau_{\text{об}} \rightarrow 0.$$

Простои второго рода недопустимы, так как они заставляют останавливать конвейер и препятствуют входу животных на платформу, ведут к простоям оператора.

Таким образом:

- простои первого рода не препятствуют входу в станки при впуске, возможно лишь замедляя его и снижая несколько производительность установки;

- простои второго рода нарушают ритм конвейера, препятствуют впуску-выпуску животных на платформу.

И в том и в другом случае происходит изменение пропускной способности конвейера, только в первом случае это происходит плавно, незаметно, а во втором – скачкообразно. Следовательно, целесообразно плавное регулирование скорости конвейера в пределах:

$$\tau_{\text{об min}} < \tau_{\text{об}} < \tau_{\text{об max}}.$$

Минимальная продолжительность одного оборота конвейера связана с возможностью и способностью захода коров на платформу без разрыва потока коров по условию впуска.

Максимальное время одного оборота конвейера связано с наличием в стаде тугодойных коров и необходимостью их полного выдаивания без остановки конвейера при выпуске с платформы.

$$\tau_{\text{об}} \leq \frac{l_{\text{пл}}}{v_{\text{пл min}}};$$

$$v_{\text{пл min}} = \frac{2\pi r_{\text{пл}}}{\tau_{\text{об min}}};$$

где $v_{\text{пл.пл.}}^r$ – скорость вращения платформы.

$$v_{\text{пл.пл.}}^r \leq \frac{l_{\text{эм}} \tau_{\text{об.пл.пл.}}}{2\pi r_{\text{пл.пл.}}} ;$$

$$\tau_{\text{об.пл.пл.}} = \frac{2\pi r_{\text{пл.пл.}} v_{\text{пл.пл.}}^r}{l_{\text{эм}}} ;$$

$$\tau_{\text{об.пл.пл.}} \approx t_{\text{пл.пл.}} = t_{\text{об.пл.пл.}} + t_{\text{пл.пл.}}.$$

На участке 10 – 14 $t_{\text{д}}$ монотонно возрастает, аналогично должна расти $\tau_{\text{об}}$ – продолжительность оборота платформы. Однако при выпуске семнадцатой коровы скорость платформы должна возрасти при соответствующем снижении $\tau_{\text{об}} = \tau_{\text{об.ср}}$ и опять плавно расти до $t_{\text{д}_i} + t_{\text{эм.пл.пл.}}$.

Вывод: при монотонном возрастании или убывании времени доения целесообразно соответствующее изменение скорости вращения платформы ($v_{\text{пл.пл.}}^r$) с шагом $t_{\text{эм}} + t_{\text{об.пл.пл.}}$. Однако, на практике, чаще всего, ситуация может выглядеть так, что монотонность изменения продолжительности доения отдельных коров соблюдаться не будет.

Возникает резонный вопрос: нужно ли в таком случае регулировать $\tau_{\text{об}}$ – продолжительность оборота платформы и по какому закону?

При $\tau_{\text{об}} = \tau_{\text{об.ср}}$ суммарная продолжительность внутрициклового простоя второго рода составляет примерно 2,5 часа (при $t_{\text{д}} \gg \tau_{\text{об.ср}}$).

При адаптивном регулировании, очевидно, что $\tau_{\text{об}}$ должна складываться из двух величин: постоянной составляющей $\tau_{\text{об.ср.пл.пл.}}$ и переменной составляющей $\Delta\tau_{\text{об.ср.пл.пл.}} = f(t_{\text{д}_i})$.

Утренняя дойка 13.12.2010 г., коровы группы 4

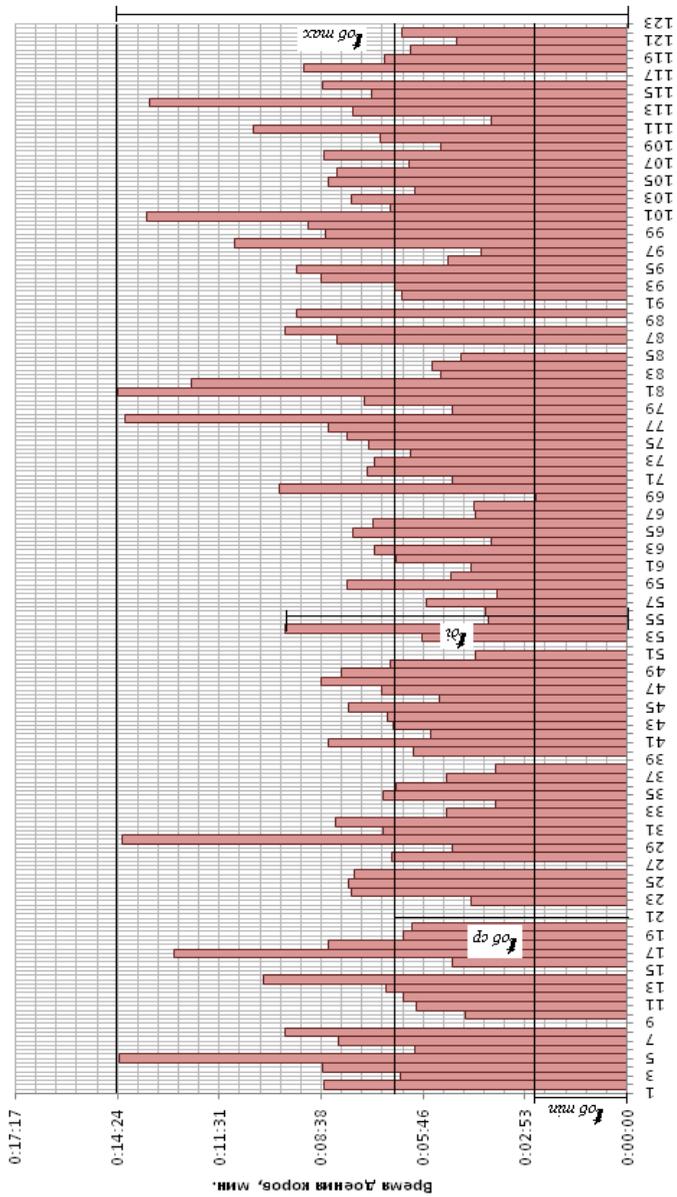


Рис.1. Графическая интерпретация процесса обслуживания коров на доильной установке конвейерного типа: — минимальная, средняя и максимальная продолжительность оборота платформы; — фактическая продолжительность доения *i*-ой коровы.

Таким образом:

$$\tau_{ос} = \tau_{ос_{const}} + \Delta\tau_{ос_{var}},$$

$\tau_{ос_{min}}$ назначается по условию неразрывности выпуска коров (чтобы успели зайти). Регулируемая составляющая $\Delta\tau_{ос_{var}}$ зависит от изменения продолжительности доения коров.

Если принять скорость поступления коров и их выпуска на платформу постоянной, то $\tau_{ос_{const}}$ будет также постоянной. Однако если будут происходить какие-либо отклонения во выпуске, то данная составляющая также может изменяться.

Например, наблюдения за потоком коров с помощью камеры и соответствующее управление процессом выпуска-выпуска (доплатформенная регулировка). Технически эту скорость можно вычислять по перемещению радиометок (коров) и контроль скорости по навигатору.

Вторая (внутриплатформенная) составляющая продолжительности вращения $\Delta\tau_{ос_{var}}$ будет зависеть от $t_{д_i}$.

Таким образом, в общем виде суммарная продолжительность одного оборота платформы будет составлять:

$$t_{ос_{\Sigma}} = \tau_{ос_{var1}} + \tau_{ос_{var2}}.$$

Рассмотрим подробнее анализ второй «внутриплатформенной» составляющей $\tau_{ос_{var2}}$ в случае «хаотичного» изменения $t_{д_i}$. На участке 10 – 14 $\tau_{ос}$ необходимо увеличить скорость (пропустив «провал» последующей коровы).

Примерный алгоритм регулирования продолжительности $\tau_{ос}$:

1. Присвоение первой корове после выполнения $(t_{д_{i1}} + t_{подъем}) - t_{д_{max1}}$.

2. Сравнение $t_{\theta_{\max i}}$ с $t_{\theta_{i+1}}$;
 - если $t_{\theta_{\max i}} > t_{\theta_{i+1}}$, то остается $t_{\theta_{\max i}}$;
 - если $t_{\theta_{\max i}} < t_{\theta_{i+1}}$, то присвоить $t_{\theta_{i+1}} \rightarrow t_{\theta_{\max}}$ (после $t_{\theta_{i+1}} + t_{\theta_{\max}}$).
3. Продолжительность сравнения до окончания $t_{\theta_{\max i}}$.
4. Если в диапазоне от 0 до $t_{\theta_{\max}}$ нет нового $t_{\theta_{\max}}$.
5. То присвоить $t_{\theta_{\max i+1}}$ следующей корове и т.д.
6. Таким образом, шаг изменения $t_{\theta_{\max}} = t_{\theta_{\max i}}$, если нет $t_{\theta_{\max i+1}} > t_{\theta_{\max i}}$.
7. Аналогично можно варьировать $t_{\theta_{\min i}} + t_{\theta_{\max}}$ (начальную часть цикла) и соответствующую ее скорость оборота.
8. При совместном регулировании возможно увеличение $t_{\theta_{\min i}} + t_{\theta_{\max}}$ без изменения $t_{\theta_{\max}}$. Т.е. за счет увеличения $t_{\theta_{i+1}} + t_{\theta_{\max i+1}}$ коровы, можно при $t_{\theta_{\max i+1}} > t_{\theta_{\max}}$ не изменять вторую составляющую, имея ввиду общую продолжительность цикла обслуживания каждой коровы.

Литература

1. А. с. № 1717023. Устройство для хронометража технологических операций на доильных установках / Цой Ю. А., Могильный А. Н., Кирсанов В. В. и др. // БИ, 1992, № 9.
2. Залманов, Л. А. Микропроцессоры и управление потоками молока жидкости и газа. / Л. А. Залманов. – М.: Наука, 1984. – 320 с.
3. Цекулия, А. А. Конвейерная технология на молочной ферме. /А. А. Цекулия, А. Г. Бернис // Техника в сельском хозяйстве, 1981, № 3, с. 11 – 12.

ALGORITHMIZATION OF CYCLIK WORK OF THE CONVEYOR MILKING MACHINE

O. A. Tareeva, the teacher of the chair «Bases of agriculture, chemistry and ecology», the Nizhniy Novgorod State engineering-economic Institute.

Annotation. Creation of correcting algorithm and the appropriating program for blocks of measurement of process of milking in merry-go-round milking machines will allow optimizing work of the given installations on reduction of time of milking process.

Keywords: merry-go-round milking machines; intra-cyclic idle times; external idle times; average speed of rotation of a platform; minimal, average and maximal time of milking.

РЕГУЛИРОВКА УГЛА ОПЕРЕЖЕНИЯ ВПРЫСКА ТОПЛИВА МАЛОГАБАРИТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

A. E. Шлыков, преподаватель кафедры «Технический сервис» ГБОУ ВПО «Нижегородский государственный инженерно-экономический институт»

Аннотация. В статье представлен способ определения и установки угла опережения впрыска топлива малогабаритных двигателей «V&S» с помощью программного обеспечения LabVIEW.