

МЕТОДОЛОГИЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТЕНДЕНЦИЙ РАЗВИТИЯ ТЕХНИКИ

Осмонов Ы.Дж., Караева Н.С., Темирбаев Н.К.,
Кыргызский Аграрный Университет им. К.И. Скрябина
Карибеков М. *Казахский Национальный Аграрный Университет*

Прогноз, анализ, синтез, иерархия, экспертный метод, патентная информация

В статье предоставлены этапы и методы прогнозирования тенденций развития видов техники в котором заложены методологические основы для разработки систем непрерывного прогнозирования. Предлагаемая методология предусматривает сочетание экспертного метода и методов патентных исследований.

Прогнозирование тенденций развития техники является одним из важных этапов научно – технического развития государства.

Число известных методов прогнозирования в мире превысило 230.

Проведенный анализ и синтез существующих методов прогнозирования позволило выявить, что известны иерархические классификации методов, обладающие общим недостатком: соответствие объекта и метода прогнозирования затруднено. Отсюда вытекает главная задача – адаптация методов прогнозирования и прогнозируемым объектом.

Нами разработаны этапы и методы прогнозирования тенденций развития объектов техники (рисунок 1), в котором заложены методологические основы для разработки систем непрерывного прогнозирования. Такая формализованная запись, включающее иерархию от формулировки требований до разработки рекомендаций, создает объективные предпосылки к автоматизации прогнозируемого объекта.

Предлагаемая методология предусматривает сочетание экспертного метода и метода использования патентной и другой информации при прогнозировании тенденций развития техники.

Практически при разработке прогноза развития любого вида техники приходится учитывать сведения, содержащиеся в печатных источниках и мнения квалифицированных специалистов. Поэтому при разработке этапов и методов прогнозирования объектов техники учтены задачи, решаемые с помощью патентной информации в сочетании экспертных методов. Критерий оптимизации при выборе альтернатив развития прогнозируемого объекта также определяется из анализа экспертных методов и метода использования патентной информации.

Формулировка требований

Выбор объекта прогнозирования

Выбор методов прогнозирования и их сочетаний

Адаптация методов прогнозирования к прогнозируемому объекту

Выбор объекта прогнозирования

Выбор жизненного цикла объекта

Выделение структурных единиц объекта

Определение связей между структурными единицами объекта

Вид прогноза по сроку упреждения

Формулирование прогнозируемых параметров объекта

Критерий оптимации при выборе альтернатив развития прогнозируемого объекта

Определение условий функционирования объекта прогноза как автоматизированной системы

Анализ состояния объекта

Анализ патентной ситуации объекта

Морфологический анализ

Выбор методов прогнозирования и их сочетаний

Экспертный метод (+) метод использования патентной и другой информации

Выбор вида математической модели

Определение значений параметров

Синтез методов прогнозирования

Матричная форма классификации

Адаптация методов прогнозирования к прогнозируемому объекту

Способ построения динамической графической модели

Способ построения динамической математической модели

Создание системы: метод - объект

Математические методы моделирования

Метод прогнозного графа

Рис. 2. Этапы и методы прогнозирования объектов техники.

Методы использования патентной информации для определения тенденций научно – технического развития базируются на анализе изобретательной активности, которая отражает политику государства в том или ином направлении науки и техники, уровень их финансирования, прогнозы производства соответствующих продуктов.

Основным источником определения изобретательской активности является МПК и патентный фонд. Для выявления новых рубрик МПК используют метод информационного моделирования (метод эволюционной модели), то есть при прогнозировании тенденций развития заданного вида техники анализу подлежат не только сами новые рубрики МПК, а целесообразно выявлять страны и фирмы, которые характеризуются наибольшей изобретательской активностью по этим рубрикам. При этом целесообразно строить гистограммы для каждой подгруппы МПК по следующим величинам: изобретательская активность, использования изобретений и экономический эффект. Далее путем совмещения таких гистограмм за следующие один за другим годы можно выявить тенденции развития объектов техники для рассматриваемой тематики изобретательства.

Для выявления общей тенденции патентования применяются сглаженные тренды, получаемые аппроксимацией динамики патентования разными функциями. Целесообразно сопоставить тренды с графиками изменения выпуска соответствующей продукции или капиталовложениями. Однако надо учитывать, что тренды представляют собой только «прогностическое сырье» так как относительный рост выдачи патентных документов в определенной области свидетельствует или об углублении исследований или обострении конкуренции в данной области. Охранные документы в силу их структуры и статуса не позволяют исчерпывающим образом прогнозировать объект техники. Поэтому для объективного прогнозирования тенденций развития техники необходимо сочетание методов использования патентных и непатентных источников и экспертного метода.

Эксперты для прогнозирования тенденций развития техники используют разные информации (патентную, научно – техническую, экономическую и т.д.) и методы (энтрополяция, синтез подобных методов с использованием ЭВМ, анкетный опрос).

Существенным недостатком экспертных методов прогнозирования является принципиальная невозможность полного исключения субъективизма в оценках. Серьезную проблему представляет отбор экспертов, связанный с необходимостью объективной оценки компетентности экспертов, кроме того многоэтапный экспертный опрос с последующей статистической обработкой результатов – также как правило, достаточно сложная и трудоемкая задача. К недостатком экспертного метода следует отнести также дискретный характер выходной прогнозной информации. Если методы прогнозирования, связанные с построением динамических рядов позволяют моделировать весь процесс развития объекта

，
·
·
，
(
，
).

，
·
-
·
，

1. : 1972 - 160

2. - : - 1969 - 37 .

УДК 631.171:62

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
СТРИЖКИ ОВЕЦ И ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКИ ШЕРСТИ**

Жусупов У.Т. заведующий кафедрой «Тракторы и автомобили», к.т.н.,
доцент

*Кыргызский аграрный университет им. К.И.Скрябина
Кыргызская республика, г. Бишкек, тел. (0312) 285898*

Технологический процесс, стрижка овец, первичная обработка шерсти,
теория графов, технология и средства механизации овцеводства

В данной статье рассматриваются вопросы по разработке технологий и технических средств стрижки овец и первичной обработки шерсти с применением теории графов

Выбор оптимальной комбинации операций или технических средств, определяющих ту или иную технологию, требует испытанный в равных условиях всех сочетаний, число которых может быть весьма большим. Поэтому не всегда возможно, да и не всегда рационально проведение такого колоссального по объему и материальным затратам эксперимента. С целью выбора оптимальной структуры технологического процесса используются

методы синтеза систем. В общей постановке эта задача комбинаторного анализа, так как ищется оптимальная комбинация различных операций в целом образующих структуру – технологию.

Основное условие сопоставимости технологических линий – идентичности исходного и конечного состояний продукта в применяемости технологии. Исходным состоянием для каждой из них является фермерское (крестьянское) овцеводческое хозяйство, а конечным – первично обработанная шерсть.

В качестве критериев оценки качества функционирования одной из технологий часто принимается затраты труда и энергии, то есть совокупность затрат на разработку производства и эксплуатации линии за определенный промежуток времени.

Однако эти затраты без качественных показателей не могут дать объективной оценки способа стрижки овец и первичной обработки шерсти. Действительно, чем больше механизированные операции технологического процесса, тем меньше затрат труда на единицу продукции. С другой стороны, за счет механизации технологических операций увеличивается затраты энергий для выполнения работы.

Наиболее полно охватывается обе стороны технологического процесса такой обобщенный критерий оценки технологии как удельный показатель минимальных затрат труда и энергии.

$$L_i = \{Z_{i \min}, \mathcal{E}_{i \min}\} \quad (1)$$

где $Z_{i \min}, \mathcal{E}_{i \min}$ – соответственно показатели минимальных затрат труда и энергии в i – том технологическом процессе.

Затраты труда в i – том технологическом процессе можно представить в следующем виде.

$$Z_i = \begin{cases} Z_{пр} + Z_{ср} + Z_{тр} + Z_{кр} + Z_{пор} + Z_{пр} \\ Z_{пм} + Z_{ср} + Z_{тр} + Z_{кр} + Z_{пор} + Z_{пр} \\ Z_{пм} + Z_{см} + Z_{тр} + Z_{кр} + Z_{пор} + Z_{пр} \\ \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \\ Z_{пр} + Z_{см} + Z_{тм} + Z_{км} + Z_{пом} + Z_{пм} \end{cases} \quad (2)$$

где $Z_{пр}, Z_{ср}, Z_{тр}, Z_{кр}, Z_{пор}, Z_{пр}$ – затраты труда при ручном выполнении технологических операций, соответственно на подачу овец к рабочим местам стригалю, стрижку овец, транспортировку, классировку, первичную обработку и прессование шерсти;

$Z_{пм}, Z_{см}, Z_{тм}, Z_{км}, Z_{пом}, Z_{пм}$ – затраты труда при механизированном выполнении вышеперечисленных операций.

Также можно представить затраты энергии стрижки и первичной обработки шерсти при соответствующих вариантах технологического процесса

$$\mathcal{E}_i = \begin{cases} \mathcal{E}_{\text{пр}} + \mathcal{E}_{\text{ср}} + \mathcal{E}_{\text{тр}} + \mathcal{E}_{\text{кр}} + \mathcal{E}_{\text{пор}} + \mathcal{E}_{\text{пр}} \\ \mathcal{E}_{\text{пм}} + \mathcal{E}_{\text{ср}} + \mathcal{E}_{\text{тр}} + \mathcal{E}_{\text{кр}} + \mathcal{E}_{\text{пор}} + \mathcal{E}_{\text{пр}} \\ \mathcal{E}_{\text{пм}} + \mathcal{E}_{\text{см}} + \mathcal{E}_{\text{тр}} + \mathcal{E}_{\text{кр}} + \mathcal{E}_{\text{пор}} + \mathcal{E}_{\text{пр}} \\ \dots \\ \mathcal{E}_{\text{пм}} + \mathcal{E}_{\text{см}} + \mathcal{E}_{\text{тм}} + \mathcal{E}_{\text{км}} + \mathcal{E}_{\text{пом}} + \mathcal{E}_{\text{пм}} \end{cases} \quad (3)$$

где $\mathcal{E}_{\text{пр}}, \mathcal{E}_{\text{ср}}, \mathcal{E}_{\text{тр}}, \mathcal{E}_{\text{кр}}, \mathcal{E}_{\text{пор}}, \mathcal{E}_{\text{пр}}$ - затраты энергии при ручном выполнении технологических операций, соответственно на подачу овец к рабочим местам стригалы, стрижку овец, транспортировку, классировку, первичную обработку и прессование шерсти;

$\mathcal{E}_{\text{пм}}, \mathcal{E}_{\text{см}}, \mathcal{E}_{\text{тм}}, \mathcal{E}_{\text{км}}, \mathcal{E}_{\text{пом}}, \mathcal{E}_{\text{пм}}$ - затраты энергии при механизированном выполнении соответствующих операций.

Следовательно, оптимальной будет та технология, которая минимизирует критерий L_i .

Решение такой комбинаторной задачи производилась методом теории графов [1]. Преимущество данного метода при синтезе технологических процессов в наглядности теоретико-графовых структур, доступности и возможности решать сложные задачи весьма тонкими методами.

В нашей постановке задач граф задается множеством точек, называемых вершиной и обозначаемых через $\{x\}$ (состояние овец и шерсти), а множество линий, соединяющих эти точки между собой, - ребрами или дугами, которые на графе определяют штрафные функции (показатели затраты труда и энергии) и обозначаются через $\{U\}$.

При оптимизации комплексов технических средств или при решении задач синтеза технологий необходимо создание банк исходных данных: первоначально по структуре графа, затем по оценке наиболее вероятных длин дуг. В нашем случае структура графа определяется набором необходимых операций (технических средств), учитывая возможные технологии стрижки овец и первичной обработки шерсти в условиях фермерских (крестьянских) овцеводческих хозяйств Кыргызской республики.

При определении набора операций использовался метод экспертных оценок. Сущность его заключается в том, что ряд компетентных специалистов по данному направлению оценивают по десятибалльной системе возможности стрижки овец и первичной обработки шерсти с применением той или иной технических средств. Количественная мера принятия достаточно надежного решения - включение операций в оптимизируемый граф или нет - производится по величине коэффициента конкордации, определяемого по формуле

$$W = \frac{12 S}{m^2(n^3 - n)} \quad (4)$$

где m - количество ранжируемых объектов (последовательности);

n - количество рангов в каждой последовательности;

S - сумма квадратов фактически встречающихся отклонений.

Если W близко к 1, то суждения экспертов совпадают и операция включается в оптимизируемый граф, в противном случае отклоняется. В нашем случае доверительной границей включения операций принималась величина $W_d \geq 0,7$.

Длина дуги, затраты труда и энергии, принималось по литературным источникам. В случае отсутствия такой информации, например, для технических средств, предполагающихся в перспективе, также проводилось экспертная оценка соответствующих показателей.

В задачах оптимизации рассматриваются числовые функции. Числовая функция реализуется на дугах графа $G = (E, U)$, если каждой дуге $(x_i, x_j) \in U$ ставится в соответствие число $\mu_{ij} = f(x_i, x_j)$ из некоторого множества M .

Например, для стрижки овец и первичной обработки шерсти необходимо последовательно проделать ряд операций, как подгон нестриженных овец в загон, погрузка тележек транспортера нестриженными овцами, транспортировка нестриженных овец к рабочим местам стригалей, стрижка овец, транспортировка, классировка, первичная обработка и прессование шерсти.

Однако в процессе стрижки могут быть и другие способы. Так, овцу можно фиксировать на рабочий стол стригалья, осуществить подстрижку овец, то есть отдельное снятие низких сортов шерсти, затем провести основную стрижку ручной шерсти. Возможен вариант очистки шерсти от грязи и других механических примесей и мойка. Как видно из вышеуказанного, получают сложные комбинации различных агрегатов, выполняющих работу.

Так как дуги графа соответствуют определенным операциям, то числовая функция реализуется на дугах графа (рисунок 1.).

Вершины графа выражают одно из состояний стрижки овец и первичной обработки шерсти, а дуги (x_i, x_j) — операции. x_0 — овцы фермерских (крестьянских) хозяйств; x_0 x_1 — подгон овец в загон; x_1 x_2 — фиксация овец к фиксаторам подвешенного конвейера; x_1 x_3 — погрузка овец на тележку надземного конвейера; x_2 x_4 — транспортировка овец к рабочим местам стригалей подвешенным конвейером; x_2 x_5 — транспортировка овец к рабочим местам стригалей надземным конвейером; x_4 x_6 — освобождение овец от фиксаторов подвешенного конвейера; x_1 x_7 — ручная подтаскивание и подача овец к стригальям; x_5 x_8 — подача овец к стригальям из тележек надземного конвейера; x_6 x_9 и x_8 x_{10} — фиксация нестриженных овец на рабочий стол стригалья; x_9 x_{11} и x_{10} x_{12} — подстрижка овец; x_6 x_{13} , x_7 x_{13} и x_8 x_{13} — стрижка овец; x_{11} x_{13} и x_{12} x_{13} — основная стрижка рунной шерсти; x_{13} x_{14} — упаковка руна в мешки и фиксация на L — образный кронштейн подвешенного конвейера; x_{13} x_{15} — укладка руна на транспортный лоток надземного конвейера; x_{14} x_{16} и x_{15} x_{16} — транспортировка шерсти на классировочный стол; x_{15} x_{17} — классировка шерсти; x_{17} x_{18} — первичная обработка шерсти; x_{18} x_{19} — прессование шерсти.

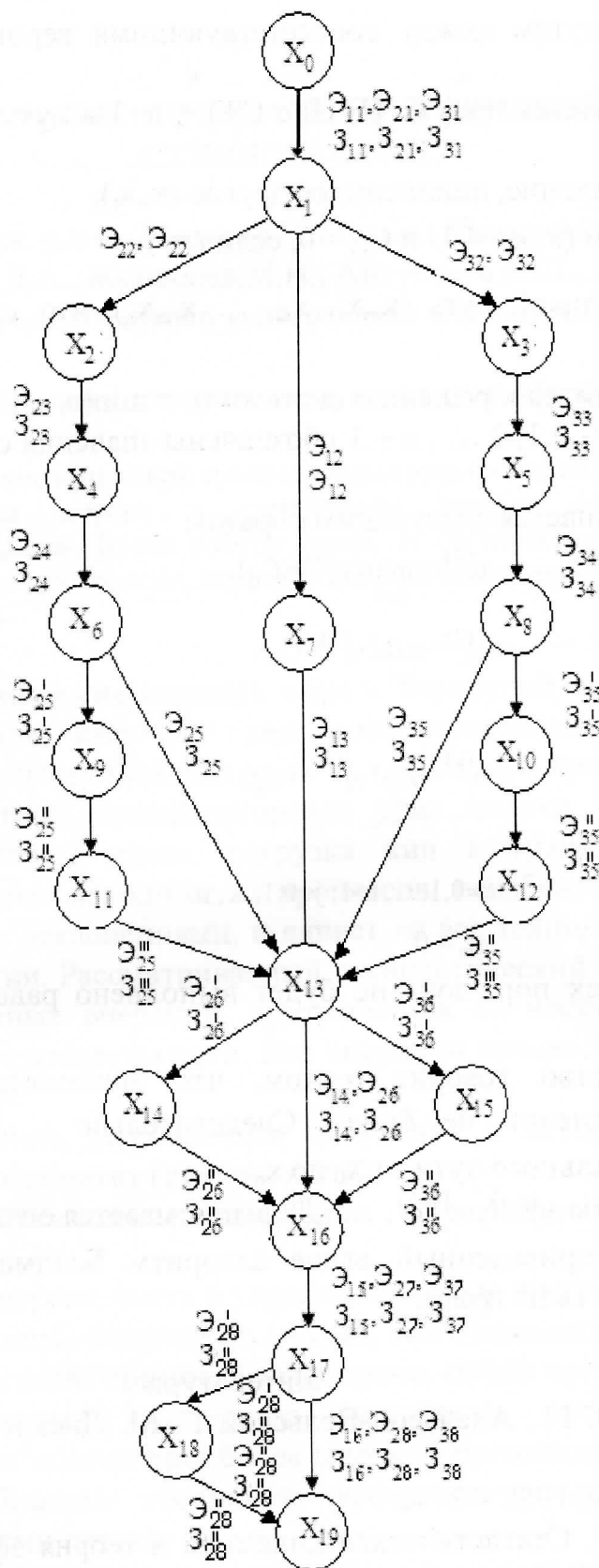


Рис.1. Граф технологического процесса стрижки овец и первичной обработки шерсти.

Алгоритм Беллмана–Калаба [2] формулируется в виде следующего принципа оптимальности: любой под путь минимального пути является

минимальным путем между соответствующими вершинами и реализуется так:

Рассматривается граф $G=[E \cup U]$ с $C|E| = n+1$ и нумеруется вершины от 0 до n .

$C_{ij} \geq 0$ – значение, приписанное дуге (x_i, x_j) ;

$C_{ij} = \infty$, если $(x_i, x_j) \notin U$ и $C_{ij} = 0$, если $i = j$.

Находятся такой путь $(x_0, x_{i_1}, x_{i_2}, \dots, x_{i_k}, x_n)$, что $C_{0i_1} + C_{i_1i_2} + \dots + C_{i_k n}$ – минимально.

Задача сводится к решению системы $v_i = \min(v_i + C_{ij})$, $i=0, 1, \dots, n-1$; $v_n = 0$, где через $v_{13i} = 0, 1, 2, \dots, n-1$ обозначены значения оптимальных путей от x_1 до x_n .

Система решается следующим образом

$$\begin{aligned} v_i^{(1)} &= \min_{j \neq i} (v_i^{(0)} + C_{ij}), \\ v_i^{(2)} &= \min_{j \neq i} (v_i^{(1)} + C_{ij}), \\ &\dots \dots \dots \\ v_i^{(k)} &= \min_{j \neq i} (v_i^{(k-1)} + C_{ij}), \end{aligned} \quad (5)$$

$$i=0, 1, \dots, n-1; j=0, 1, \dots, n.$$

$$v_m^k = 0.$$

И так до тех пор, пока не будет выполнено равенство $v_i^{(k)} = \min(v_i^{(k-1)})$, $i=0, 1, 2, \dots, n$.

Это равенство говорит о том, что минимального значения при дальнейшем решении не будет. Следовательно $v_i^{(k)}$ есть минимальное значение оптимального пути от x_0 до x_n .

По значениям $v_i^{(k-1)}, v_i^{(k-2)}, \dots, v_i^{(0)}$ выписывается оптимальный путь.

Используя приведенный выше алгоритм Беллмана–Калаба, получим минимальный путь на графе.

Литература:

1. Кузнецов О. П., Адельсон-Вельский Г. М. Дискретная математика для инженера. – М.: Энергия, 1980 – 344с.
2. Росин М. Ф. Статистическая динамика и теория эффективности систем управления. – М.: Машиностроение, 1970.-336с.

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОТОЧНОЙ ТЕХНОЛОГИИ СТРИЖКИ ОВЕЦ.

Осмонов Ы.Дж. д.т.н., Жусупов У.Т. к.т.н., Уметалиева Ч.Т. к.т.н.,
Оморбекова Д.А., Жумабаев.М.Н., Айтуганов Б.Ш., Ачилов Р.Р.
Кыргызский Аграрный университет им. К.И. Скрябина

Поточная технология, стрижка овец, первичная обработка шерсти.

В статье дан анализ технологической производительности поточной линии при стрижки и первичной обработки шерсти в стригальном пункте, ряд взаимосвязанных технологических процессов. Время работы линии, ее состояние в эксплуатации может быть определена отрезками времени, характеризующие безотказность, работоспособность и ремонтпригодность

Поточная технология стрижки овец и первичной обработки шерсти в стригальном пункте включает ряд взаимосвязанных технологических процессов: подача нестриженных овец к стригалю, стрижка овец, выпуск стриженных животных, транспортировка руна шерсти, классировка руна, прессования шерсти в кипы, погрузка кип в транспортное средство. Изменения, вносимые на одном из процессов, неизбежно сопровождаются соответствующими отклонениями, и влияет на вес технологический процесс поточной технологии. Рассматриваемый технологический процесс состоит из ряда взаимосвязанных операций, протекающих на непрерывном потоке в определенной последовательности. Все операции процесса можно разделить на следующие виды:

- технологические, включающие получение и переработку исходного сырья в полуфабрикат (шерсть, кипы);
- операции перемещения, связанные с передачей сырья на ходу процесса;
- операции контроля, учета и управления в ходе процесса.

Для тех или иных операций в объеме, всего технологического процесса зависит от совершенства принятой технологии, схемы организации процесса, видов обрабатываемого материала, мощности производства и др. Следовательно, для достижения более высокой производительности в целом по процессу необходимо обеспечить эффективное выполнение операций отдельными звеньями потока.

Для анализа производительности W исследуемой поточной технологии необходимо различать технологическую (проектную) и экспериментальную (фактическую) производительности. Технологическая производительность W_T характеризует возможность технологического процесса, положенного в основу поточной технологий, определяется по следующим формулам:

$$W_T = \frac{Q_0}{t_p}, \text{ гол/ч}; \quad W_T' = \frac{Q_{ш}}{t_p}, \text{ кг/ч}; \quad (1)$$

где, t – время чистой работы поточной линии, ч;

$Q_0, Q_{ш}$ – соответственно количество остриженных овец и масса остриженной шерсти, гол; кг.

Технологическая производительность (W_T, W_T') для данной линии представляет собой потенциал производительности, которой определяется из предельных условий – отсутствия любых простоев.

В реальных условиях эксплуатации имеются потери производительности за счет неполадок машин и оборудования нарушения, технологического процесса и правил эксплуатации.

В рисунке 1 представлена диаграмма технологической линии стрижки овец и первичной обработки шерсти на стригальном пункте, где по оси абсцисс отложена текущее время t , начиная с момента пуска t_0 , линии, а по оси ординат количество остриженных овец Q_0 и остриженной шерсти $Q_{ш}$ за это время.

Диаграмма наглядно показывает, что при эксплуатации поточной линии наблюдается постоянное чередование работы (участки $t_0 \dots t_1, t_2 \dots t_3$ и т.д.) и простоев (участки $t_1 \dots t_2, t_3 \dots t_4$) по различным причинам.

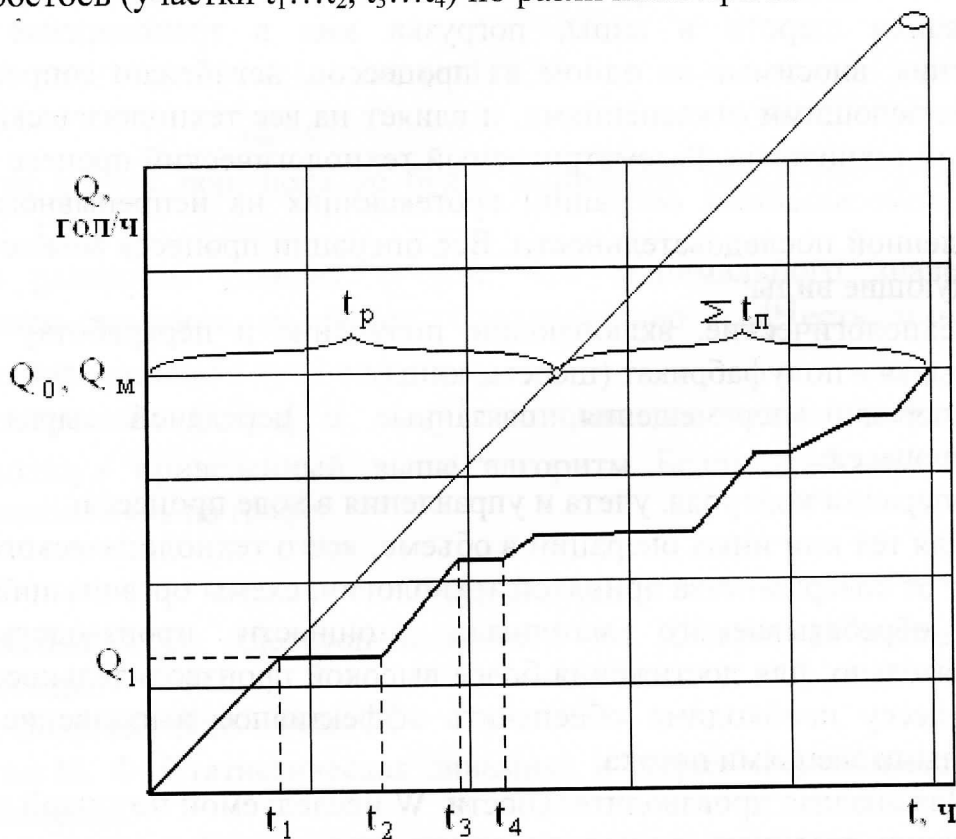


Рисунок 1. К анализу производительности поточной технологии.

С учетом всех потерь времени эксплуатационную производительность линии можно выразить в следующем виде:

$$W_э = W_T \frac{t_p}{t_p + \sum t_{\Pi}} = W_T \cdot \eta_{ис}$$

$$W'_э = W'_T \frac{t_p}{t_p + \sum t_{\Pi}} = W'_T \cdot \eta_{ис} \quad (2)$$

где, $\eta_{ис}$ – коэффициент использования линии (отношение время бесперебойной работы линии t_p – за какой то период к суммарному времени работы и простоев $\sum t_{\Pi}$).

Поточные линии, как ремонтируемые системы многократного действия, могут находиться либо в эксплуатации, либо в планово предупредительном техническом обслуживании. Следовательно, в соответствии с рисунком 2, процесс функционирования системы можно представить как последовательность состояний работы, профилактики и восстановления.

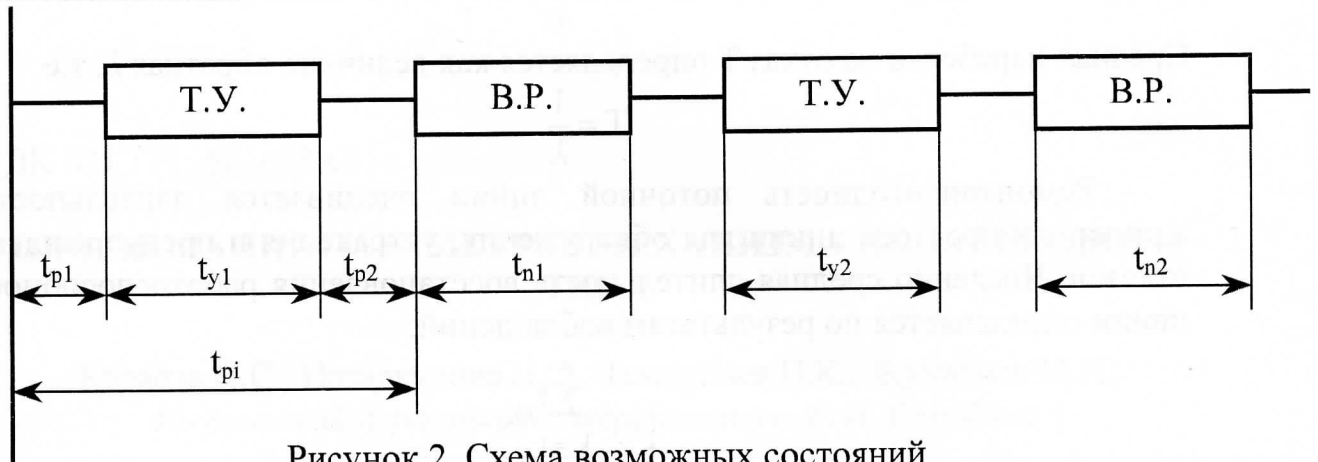


Рисунок 2. Схема возможных состояний поточной линии в эксплуатации.

Откуда видно, что при работе поточной линии через определенные отрезки времени t_{p1} , t_{p2} , t_{pn} непрерывного действия следует остановки для проведения профилактических работ со временем t_{y1} , t_{y2} , t_{yn} .

Эти остановки не вызваны непосредственно техническим неисправностями и не представляют собой отказов в работе линии. Поэтому работа линии считается безотказной, когда время работы складывается из отрезков времени непрерывной работы t_{pi} и времени на профилактику t_{yi} т.е.

$$t_{vi} = \sum_{i=1}^n t_{pi} + \sum_{j=1}^m t_{yj} \quad (3)$$

где t_{vi} – промежуток безотказной работы.

В процессе эксплуатации, линия, проработав случайное время выходит из строя, то есть наступает отказ в ее работе. Очевидно, для устранения отказа требуется определенное время t_{n1} , t_{n2} , ..., t_{nk} . Поэтому время работу линии $t_э$ учетом изменения ее состояний в эксплуатации может быть определено как:

$$t_{\text{вi}} = \sum_{i=1}^n t_{\text{pi}} + \sum_{j=1}^m t_{\text{yi}} + \sum_{k=1}^u t_{\text{пк}} \quad (4)$$

Отрезки времени t_{pi} характеризуют безотказность, а отрезки t_{yi} и $t_{\text{пк}}$ – ремонтпригодность. Отсюда следует, что надежность поточность линии обуславливается ее безотказностью и ремонтпригодностью.

Основными количественными характеристиками надежности являются интенсивность отказов λ , вероятность безотказной работы $P(t)$, средняя наработка на отказ T , среднее время восстановления t_{p} , коэффициент готовности K_i линии.

Опыт эксплуатации поточных линий позволяет считать, вероятность безотказной работы описывается экспоненциальным законом [1, 2]

$$P(t) = e^{-\lambda t} \quad (4)$$

где λ – параметр распределения, определяется как число отказов n в единицу Δt .

$$\lambda = \frac{n}{\Delta t} \quad (5)$$

Средняя наработка на отказ T определяется как величина обратная λ , т.е.

$$T = \frac{1}{\lambda} \quad (6)$$

Ремонтпригодность поточной линии оценивается длительностью единичных простоев линии для обнаружения, устранения и предупреждения отказов. Численно средняя длительность восстановления работоспособности линии определяется по результатам наблюдений:

$$t_{\text{в}} = \frac{\sum_{k=1}^n t_{\text{пк}}}{n} \quad (7)$$

Обобщенным показателем надежности линии является коэффициент готовности:

$$K_z = \frac{t_{\text{p}}}{t_{\text{p}} + t_{\text{в}}} \quad (8)$$

где t_{p} – время исправной работы линии;

$t_{\text{в}}$ – время восстановления.

Для расчета этих характеристик определены статические данные об испытаниях поточной линии стрижки и первичной обработки шерсти на стригальном пункте. В таблице 1 представлены сводные данные о производительности и коэффициенте использования поточной линии.

УДК 631.171: 62 – 189.2

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ МЕХАНИЗМА ПОПЛАВКОВОГО ТИПА

Караева Н.С., Назаркулова Н.О., Темирбаев Н.К., Жумабаев М.Н.

Сила Архимеда, поплавков, струйная камера, уравнение Бернулли, скорость Кориолиса, расход жидкости.

В статье дана методика расчета дозатора акарицидного раствора поплавкового типа. Получены основные параметры дозатора которые аппроксимированы экспериментальными исследованиями.

Механизмы поплавкового типа широко используются в современной технике для автоматического поддержания постоянного уровня жидкости в емкостях, камерах и т.д.

При подаче акарицидной жидкости в струйную камеру для насыщения кожно – шерстного покрова животных, с целью поддержания постоянного напора в насосе, необходимо поддержать постоянный уровень в отстойнике 5. (рисунок)

Принцип работы механизма поплавкового типа основан на использовании силы Архимеда воздействующий на конусный клапан 1, связанный с поплавком 2 через двуплечий рычаг 3.

При снижении уровня акарицидной жидкости в отстойнике 5, под действием силы тяжести поплавок 2 и правого плеча двухплечего рычага 3 открывается конусный клапан 1 и происходит слив жидкости из бака 4 в отстойник 5. Слив жидкости из бака 4 останавливается от воздействия силы Архимеда F_a , когда устанавливается необходимый уровень жидкости в отстойнике 5.

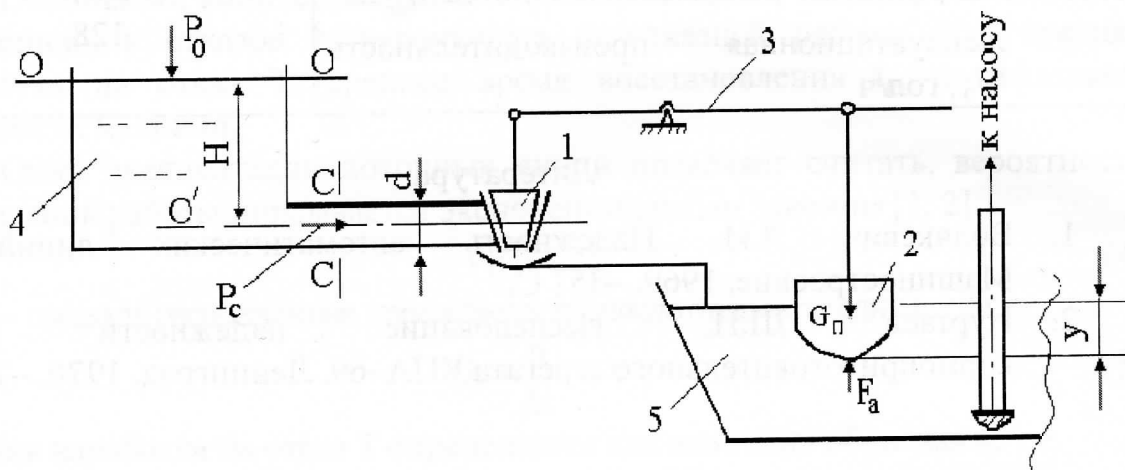


Рис. Расчетная схема поплавкового механизма:

1—конусный клапан; 2—поплавок; 3—двухплечий рычаг; 4—бак; 5—отстойник.

Прекращение слива жидкости из бака 4 выражается равенством:

$$F_a = (G_n + G_g) \cdot g, \quad (1)$$

где G_n - масса поплавка, кг;

G_g - масса правого плеча двухплечего рычага, кг;

F_a - равнодействующая Архимедова сила, Н.

g - ускорение свободного падения, м/с^2 .

Сила действующая на клапан 1 от давления жидкости P_c будет равна [1]:

$$P = P_c \omega, \quad (2)$$

где ω - площадь водоспуска, м^2 ;

P - сила действующая на клапан, Н;

P_c - давления жидкости, Н/м^2 .

Для определения силы P , составим уравнение Бернулли для двух сечений $O - O$ и $C - C$, при плоскости сравнения, происходящей через ось трубы $O' - O'$ [2].

$$H + \frac{P_0}{\rho_3 g} + \frac{aV_0^2}{2g} = + \frac{P_c}{\rho_3 g} + \frac{aV_c^2}{2g} + h_{\text{тр}}, \quad (3)$$

где P_0, P_c - давление в сечениях соответственно $O - O$ и $C - C$, Н/м^2 ;

V_0, V_c - средняя скорость движения жидкости соответственно в сечениях $O - O$ и $C - C$, м/с ;

ρ_3 - плотность жидкости, кг/м^3 ;

a - коэффициент скорости Кориолиса;

$h_{\text{тр}}$ - потери напора на участке между сечениями О-О и С-С, м.

Между сечениями О-О и С-С будут потери только на сопротивлении тонкой стенки:

$$h_{\text{тр}} = G_{\text{тр}}^F \frac{v_c^2}{2g}, \quad (4)$$

где $G_{\text{тр}}^F$ - коэффициент потери при истечении из отверстия с острой кромкой.

Полагая

$$H + \frac{aV_0^2}{2g} = H_0, \quad (5)$$

имеем

$$\frac{P_c}{\rho_3 g} = H - \frac{P_0}{\rho_3 g} - \frac{V_c^2}{2g} (a + G_{\text{тр}}^F) = h, \quad (6)$$

отсюда

$$P_c = \rho_3 \cdot g \cdot h. \quad (7)$$

С учетом формулы (2)

$$P_c = \rho_3 \cdot g \cdot h \cdot \omega. \quad (8)$$

Расход акарицидной жидкости необходимой для струйной установки обеспечивается при условии:

$$Q \leq \rho_3 \cdot \omega \cdot \mu \cdot V_c, \quad (9)$$

где Q - расход акарицидной жидкости для обработки животных, кг/с;
 μ - коэффициент расхода.

Средняя скорость движения жидкости в сечении С-С, согласно формулы Галилея [3] будет равна:

$$V_c = k\sqrt{2gH}, \quad (10)$$

где H - напор под центром трубы, м;

k - скоростной коэффициент, при $d > \delta$ (где d - диаметр сливного отверстия, м;

δ - толщина стенки бака, м), $k=1$.

Из выражения (9) при $\omega = \pi d^2/4$, можно определить диаметр сливного отверстия:

$$d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot \mu \cdot \rho_3 \sqrt{2gH}}}. \quad (11)$$

Расход акарицидной жидкости Q зависит от количества овец подлежащих к обработке n и массы жидкости для насыщения кожного шерстного покрова животного q :

$$Q = nq\vartheta \quad (12)$$

где ϑ - коэффициент потери жидкости.

В процессе обработки животных без притока жидкости в бак 4 уровень жидкости в нем постепенно уменьшается, следовательно, при уменьшении H

во времени, уменьшается следующие параметры: расход жидкости Q , скорость истечения V_c и давление P_c .

Поэтому истечение жидкости из бака при переменном напоре H представляет один из случаев неустановившегося движения. При этом основной задачей является определение времени, за которое напор изменится от начального значения H_1 до некоторого необходимого напора H_2 .

Истечение жидкости за бесконечно малый интервал времени dt при некотором промежуточном значении напора H равно:

$$SdH = (\mu\omega\sqrt{2gH})dt, \quad (13)$$

где S – площадь поперечного сечения бака на уровне напора, m^2 .

Отсюда

$$dt = \frac{SdH}{\mu\omega\sqrt{2gH}}. \quad (14)$$

Площадь S выразим через H :

$$S = 2L\sqrt{H(H_1 - H)}, \quad (15)$$

где L – длина бака, м.

Проинтегрируем (14), заменив dH через $d(H_1 - H)$, получим

$$t = \frac{2L}{\mu\omega\sqrt{2g}} \int_{H_1}^0 \sqrt{H_1 - H} d(H_1 - H). \quad (16)$$

Время, за которое из бака выльется вся жидкость (время полного опорожнения бака), равно

$$T = \frac{4LH_1\sqrt{H_1}}{3 \cdot \mu \cdot \omega \sqrt{2g}}. \quad (17)$$

Параметры поплавка определяется в зависимости равнодействующей силы Архимеда. В соответствии с формулой (1) сила Архимеда зависит от массы поплавка и правого плеча двуплечего рычага.

С другой стороны сила F_a равно

$$F_a = \rho_a \cdot g \cdot W, \quad (18)$$

где $W = \pi y^2 (R - 1/3y)$ – объем жидкости, вытесненной поплавком, m^3 ;
 y – величина усадки, м.

Отсюда диаметр поплавка d_n равно:

$$d_n = \frac{2[(G_{\Pi} \cdot g) \cdot \pi y^3 \rho_a g]}{\pi y^2 \rho_a g}, \quad (19)$$

где G_{Π} – масса деталей поплавкового механизма, кг.

С учетом этих теоретических предпосылок, в экспериментальных исследованиях обоснованы основные параметры механизма поплавкового типа. (Таблица)

УДК 631.2.

УСТАНОВКА ДЛЯ ОБРАБОТКИ ОВЕЦ СТРУЙНЫМ МЕТОДОМ

Караева Н.С.

Кыргызский Аграрный университет им. К.И. Скрябина

Струйный метод обработки, конструктивно – технологическая схема, дезинфицирующая жидкость, сетчатый транспортер, обеззараживания отработанного раствора.

В данной статье дана конструктивно – технологическая схема установки для обработки овец струйного типа. Установка разборно – переносная, в ней решены вопросы обеззараживания отработанного раствора, что отвечает требованиям фермеров – овцеводов и охраны окружающей среды.

При выборе конструктивно – технологической схемы установки струйным методом учтены современное состояние овцеводства в Кыргызстане, где до 95-97% поголовья овец содержится в фермерских (крестьянских) хозяйствах, которых в республике насчитывается более 250 тыс. хозяйствующих субъектов. В породном составе основное поголовье в этих хозяйствах грубошерстные и полугрубошерстные овцы и их помеси.

Общая конструктивно-технологическая схема установки показана на рисунке, где одновременно решены вопросы обработки овец против заразных болезней струйным способом, очистки дезинфицирующей жидкости и обеззараживания отработанного акарицидного раствора. Установка разборно-переносная.

Установка содержит сетчатый транспортер 1 с приводом 13, боковые стенки транспортера со стороны подачи овец выполнена в виде узкого коридора с вращающимися роликами 7 в вертикальной плоскости. В продолжении узкого коридора установлена опрыскивающая камера 8 с форсунками 9. Подача дезинфицирующей жидкости в камеру осуществляется насосом 11 из отстойника 4 через всасывающий рукав с фильтром 12, далее в напорную магистраль 10. При этом жидкость после дезинфекции проходит сквозь ленты. Транспортера к поддону 2 далее к желобу 3 обратно сливается в отстойник. Грязь с ленты транспортера снимается щеткой 14 и собирается в грязесборнике 15. Пополнение расхода жидкости в отстойнике осуществляется поплавковым механизмом 5 из бака 6. В конце обработки остатки дезинфицирующего раствора обеззараживаются с помощью сорбента 16.

Технологический процесс обработки овец, очистки и обеззараживания отработанного раствора в данной установке происходит следующим образом. Привод установки электрический. Включение транспортера, насоса и щетки происходит одновременно. Подача овец на транспортер осуществляется со стороны узкого коридора по одиночке. Дополнительное сопротивление перемещению транспортер возникающая, когда овцы прислоняются к боковым стенкам уменьшается за счет вращательного движения вертикальных роликов. При дальнейшей транспортировке овцы попадают в стрийную камеру непрерывного действия, где происходит обработке их акарицидной жидкостью. Стекающая масса жидкости с шерсти овец после полного насыщения, по наклонной плоскости обратно попадает в поддон. Необходимая масса дозправочной жидкости содержится в баке соединенный поплавковым механизмом отстойника. При этом в отстойнике поддерживается постоянный уровень жидкости. Концентрация дозправочной жидкости рассчитана с учетом поддержания постоянной концентрации раствора предназначенной для обработки (0.045...0.050% по неоцидолу).

Обеззараживание отработанного раствора осуществляется после окончания сезона, то есть после обработки всех овец подлежащих к обработке нескольких фермерских (крестьянских) хозяйств. Обеззараживание происходит на основе патента Кыргызской Республики №728 [1], где в качестве недефицитных сорбентов акарицидов из жидкости можно использовать смесь резиновой крошки с углеродисто-кремнистым сланцем или порошком бурых углей добываемые в Кыргызской Республике. При этом эти сорбенты затаренные на водонепроницаемые мешочки раскладываются на специальный ярус отстойника содержащий отработанный акарицидный раствор на определенное время.

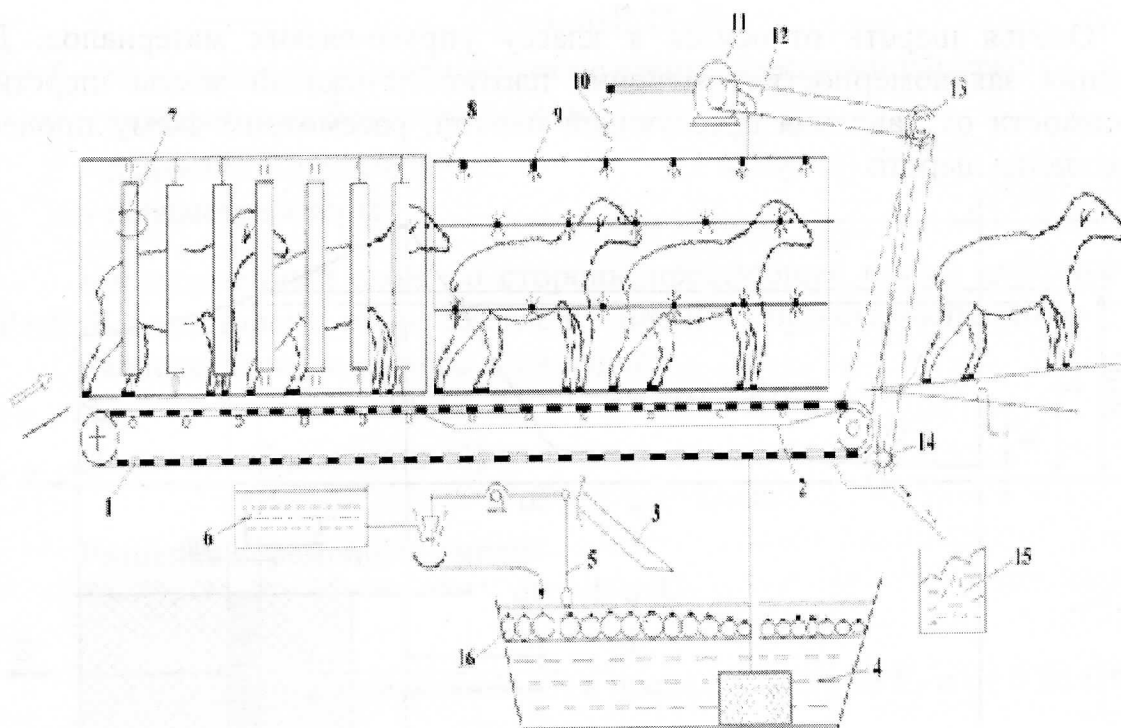


Рисунок 1. Установка для обработки овец, очистки и обеззараживания отработанного раствора: 1-сетчатый транспортер; 2- поддон; 3-желоб; 4-отстойник; 5-поплавковый механизм; 6- бак; 7-ролики; 8-опрыскивающая камера; 9-форсунки; 10-напорная магистраль; 11-насос; 12-всасывающий рукав; 13-привод; 14-щетка; 15-грязесборник; 16-сорбент.

Литература

1. Патент Кыргызской Республики №728. Устройство для обезвреживания отработанных купочных жидкостей.
Осмонов Ы.Дж., Нариев З.А., Турдукулов С.Н. и др. 2004. БИ, №12.

Овечья шерсть относится к классу упруго-вязких материалов. Для описания закономерности изменения плотности сжатой массы шерсти в зависимости от давления прессующей плитой, рассмотрим схему процесса прессования шерсти (рисунок 1).

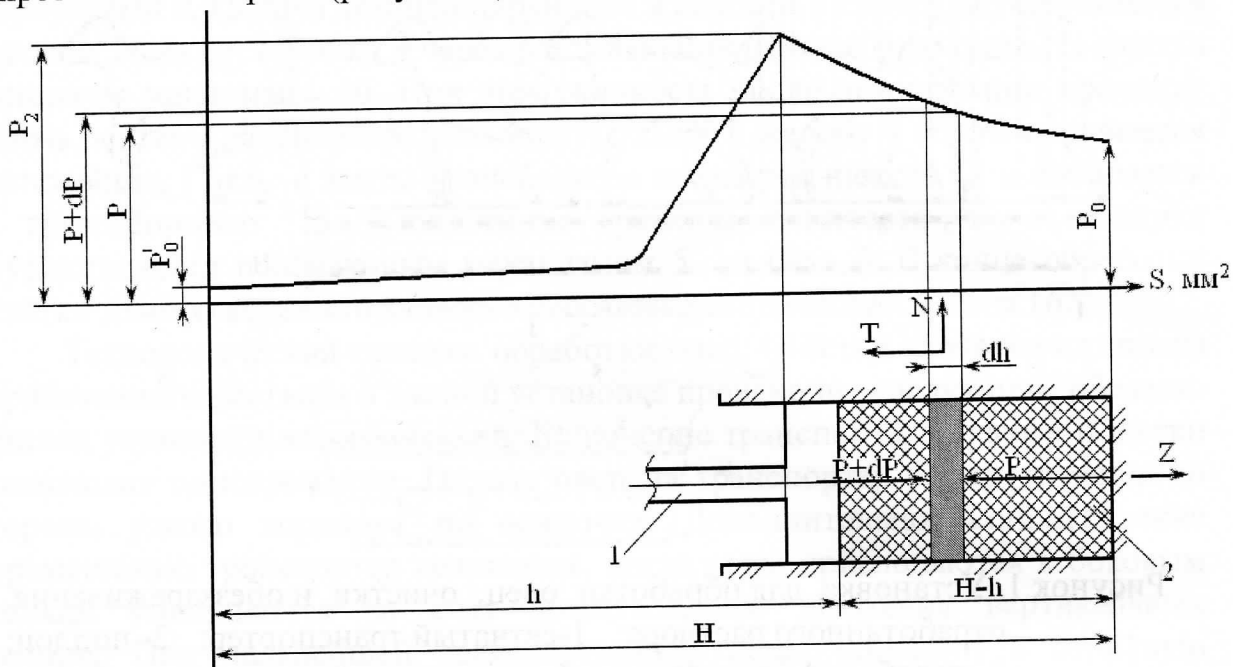


Рисунок 1. Схема процесса прессования шерсти.
1 – плита; 2 – камера

В закрытой камере 2 длиной H и площадью поперечного сечения S применена подвижная система декартовых координат, связанная с прессующей плитой 1 так, чтобы ось Z совпала с осью камеры.

При малых давлениях ($P=0,2 \text{ Н/мм}^2$) зависимость между усилием на прессующей плите P и перемещением S близка к линейной, при этом преобладающими напряжениями будут упругие.

Далее кривая $p=f(S)$ растет более интенсивнее и появляется значительные вязкие сопротивления связанные с трением волокон друг о друга. Затем кривая $p=f(S)$ протекает близко к линейной и здесь преобладают упругие деформации.

Для определения давления на прессующую плиту рассмотрим равновесие элементарного слоя dh в сжатой части. При этом давление со стороны прессующей плиты будет $P+dh$, со стороны упора действует давление N , которое вызывает силы трения T , сумма которых определяется из следующего дифференциального уравнения:

$$dP = -T \cdot dh \quad (1)$$

где T – суммарная сила трения, действующая на слой единичной толщины dh .

При этом предполагаем, что массовые силы уплотняемой шерсти малы по сравнению с удельным давлением и их можно не учитывать. Кроме того, скорости прессования малы, что инерционными силами можно пренебречь.

С учетом площади поперечного сечения камеры формулу можно преобразовать в следующий вид:

$$T = f \cdot q \cdot P \cdot U \cdot dh, \quad (2)$$

где f – коэффициент трения шерсти по стенке прессовой камеры;

q – коэффициент бокового распора;

P – давление в данной точке;

U – периметр камеры.

На выделенный слой, со стороны прессующей плиты действует сила $(P+dP)F$, а со стороны упора PF , где F – площадь прессующей плиты.

Равновесие выделенного слоя будет:

$$PF + f \cdot q \cdot P \cdot U \cdot dh - (P + dP) \cdot F = 0 \quad (3)$$

После преобразования (3) получим:

$$FdP = f \cdot q \cdot P \cdot U \cdot dh \quad (4)$$

Разделив переменные имеем:

$$\frac{dP}{P} = \frac{f \cdot q \cdot U}{F} \cdot dh \quad (5)$$

Проинтегрируем уравнение (5) в пределах от P_0 до P_2 и от 0 до $(H-h)$:

$$\int_{P_0}^{P_2} \frac{dP}{P} = \frac{f \cdot q \cdot U}{F} \int_0^{(H-h)} dh \quad (6)$$

Решение (6) дает:

$$\ln P_2 - \ln P_0 = \frac{f \cdot q \cdot U}{F} \cdot (H-h), \quad (7)$$

или

$$\ln \frac{P_2}{P_0} = \frac{f \cdot q \cdot U}{F} \cdot (H-h) \quad (8)$$

После потенцирования имеем:

$$\frac{P_2}{P_0} = e^{\frac{f \cdot q \cdot U}{F} \cdot (H-h)} \quad (9)$$

Откуда

$$P_2 = P_0 \cdot e^{\frac{f \cdot q \cdot U}{F} \cdot (H-h)} \quad (10)$$

По известному конечному P_2 , можно определить давление на упоре:

$$P_0 = P_2 \cdot e^{-\frac{f \cdot q \cdot U}{F} \cdot (H-h)} \quad (11)$$

Проинтегрировав уравнение (10), по ходу прессующей плиты h получим работу прессования A :

$$A = \int_0^{(H-h)} P_0' \cdot F \cdot e^{\frac{f \cdot q \cdot U}{F} h} dh = \frac{P_0' \cdot F^2}{f \cdot q \cdot U} \left[e^{\frac{f \cdot q \cdot U}{F} \cdot (H-h)} - 1 \right] \quad (12)$$