Министерство сельского хозяйства Российской Федерации Департамент научно-технологической политики и образования



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

«ЧЕЛЯБИНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АГРОИНЖЕНЕРНАЯ АКАДЕМИЯ»

Кафедра технологии и механизации животноводства

УТВЕРЖДАЮ. Проректор по УР К. Сазонов

РАСЧЕТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЛИНИЙ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

Методические указания к лабораторным работам

Расчет технологических линий в животноводстве [Текст]: метод. указ. к лаб. раб. / сост. Н. С. Сергеев, А. Н. Козлов, В. Н. Николаев [и др.]. — Челябинск: Изд-во ЧГАА, 2011. — 84 с.

Методические указания предназначены для студентов, обучающихся по направлению «Агроинженерия».

Составители

Сергеев Н. С. – докт. техн. наук, профессор (ЧГАА) **Козлов А. Н.** – канд. техн. наук, доцент (ЧГАА) **Николаев В. Н.** – канд. техн. наук, доцент (ЧГАА) **Патрушев А. А.** – канд. техн. наук, доцент (ЧГАА) **Тюхтин А. И.** – канд. техн. наук, доцент (ЧГАА)

Рецензенты

Пометун Ю. П. – начальник отдела по аграрной политике Министерства сельского хозяйства Челябинской области Кокорин А. Ф. – канд. техн. наук, доцент (ЧГАА)

Ответственный за выпуск

Патрушев А. А. – зав. кафедрой ТМЖ

Печатается по решению редакционно-издательского совета ЧГАА

© ФГБОУ ВПО «Челябинская государственная агроинженерная академия», 2011.

Содержание

Работа 1 Расчет технологических линий приготовления кормов.	5
1. Исходные данные	5
2. Определение состава кормовой смеси	
3. Составление технологической схемы приготовления	, , ,
кормов	9
4. Порядок выбора машин и оборудования	
Содержание отчета	
Контрольные вопросы	
Работа 2	
Расчет технологических линий погрузки,	
транспортирования и раздачи кормов	
1. Варианты технологических линий раздачи кормов	
2. Уточнение условий для расчета	
3. Расчет количества погрузочных средств	20
4. Расчет технологических линий транспортирования	
и раздачи кормов	21
5. Разработка графика выполнения технологических	20
операций	
Содержание отчета	
Контрольные вопросы	30
Работа 3 Расчет технологических линий удаления навоза	31
тисте темпологи темпа инини удинения нивози	
1. Исходные данные для расчета	31
2. Определение выхода навоза	
3. Расчет стационарных линий удаления навоза	
4. Расчет линии транспортирования навоза в хранилище	
5. Расчет площади навозохранилища	46
Содержание отчета	47
	47

Работа 4	
Расчет технологических линий доения коров	48
1. Исходные данные для расчета	48
2. Расчет параметров распределения продолжительности	1
доения коров	
3. Расчет технологической линии доения	
в стойлах коровников на линейных доильных установ:	ках 52
4. Расчет технологической линии доения коров	
в доильном зале на установках типа «Елочка»	56
5. Расчет технологической линии доения коров	
в доильном зале на установках типа «Тандем»	60
6. Расчет технологической линии доения коров	
в доильном зале на установках типа «Карусель»	63
Содержание отчета	
Контрольные вопросы	
Работа 5	
Расчет технологических линий первичной	
обработки молока	65
1. Исходные данные для расчета	65
2. Обоснование производительности линии	
первичной обработки молока	67
3. Расчет вместимости молокоприемного резервуара	
4. Тепловые расчеты охладительно-пастеризационных	
установок	70
Содержание отчета	
Контрольные вопросы	
•	
Список литературы	80

РАБОТА 1

Расчет технологических линий приготовления кормов

Цель работы: изучить технологические процессы и методику проектирования технологических линий приготовления кормов для дойных коров.

Порядок выполнения работы

- 1. Уточните с преподавателем исходные данные.
- 2. Определите состав рациона кормления коров.
- 3. Составьте технологическую схему подготовки кормов к скармливанию.
- 4. Рассчитайте производительность кормоцеха и отдельных технологических линий.
 - 5. Произведите выбор машин и оборудования.
 - 6. Вычертите технологические схемы линий.

1. Исходные данные

В состав крупных молочных ферм входят кормоцехи, где производят подготовку кормов к скармливанию. Влажные полнорационные кормовые смеси готовят непосредственно перед скармливанием два-три раза за день. В смесь включают обычно не более пяти-семи кормовых компонентов. Для подготовки каждого компонента задают определенную технологию, то есть перечень операций, направленных на преобразование корма в желаемое конечное состояние. Состав кормовой смеси, соотношение кормовых компонентов и их масса определяются уровнем молочной продуктивности коров. Животных, содержащихся на ферме, желательно комплектовать в группы по их физиологическому состоянию. Это один из принципов поточно-цеховой системы производства молока. Рационы кормления подбирают в соответствии с потребностями животных в группах. Таким образом, эти особенности обусловливают перечень машин и оборудования кормоцеха, а также график его работы.

Исходные данные для проектирования линий приготовления кормов приведены таблице 1. Согласуйте с преподавателем задание и запишите исходную информацию в отчет.

Таблица 1 – Варианты заданий

6

Показатели		Варианты заданий								
Показатели	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Суточный удой, кг/гол.	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
			Живая м	асса коро	ов 450 кг					
Масса кормовой смеси OB_{paq} , кг/гол.	8,9	9,1	9,4	9,8	10,0	10,4	10,7	10,9	11,2	11,6
	Живая масса коров 500 кг									
Масса кормовой смеси OB_{paq} , кг/гол.	9,6	9,8	10,2	10,4	10,7	10,9	11,3	11,7	12,2	12,6
			Живая м	асса корс	рв 550 кг					
Масса кормовой смеси OB_{paq} , кг/гол.	10,0	10,3	10,6	11,0	11,3	11,5	11,7	12,1	12,6	12,8
Живая масса коров 600 кг										
Масса кормовой смеси OB_{paq} , кг/гол.	10,8	11,0	11,3	11,7	12,0	12,3	12,5	12,7	13,1	13,5

Примечание: Поголовье коров N на ферме для заданного варианта примите по согласованию с преподавателем.

2. Определение состава кормовой смеси

Органическое вещество (OB) кормовой смеси складывается из протеинов, жиров, безазотистых экстрактивных веществ и клетчатки. Содержание этих составляющих и их соотношение определяет энергетическую ценность кормов¹. Их сочетание может быть различным, например, таким как в таблице 2 (графа β).

Массу органического вещества OB_i , кг, каждого кормового компонента определите по формуле:

$$OB_i = OB_{pau} \cdot \beta_i \,, \tag{1}$$

где OB_{paq} — масса органического вещества кормовой смеси по рациону, кг/гол.;

 β_i — доля органического вещества кормового компонента в составе смеси.

Занесите в отчет форму таблицы 2 и вписывайте в соответствующие ячейки полученные результаты.

Массу кормовых компонентов в натуральном виде определите, используя соответствующие значения содержания в них влаги и золы, по формуле:

$$m_i = \frac{OB_i}{1 - B_i - 3_i},\tag{2}$$

где B_i , 3_i — содержание соответственно влаги и золы в кормовом компоненте.

Общую массу натурального корма в суточном рационе одной коровы $m_{\scriptscriptstyle {\it cvm}}$, кг/гол., определите как

$$m_{cym} = \sum m_i . (3)$$

При производстве кормовых смесей поступают по-разному. В одних случаях готовят полнорационную смесь из всех кормовых компонентов. В других случаях некоторые компоненты в смесь не включают полностью или частично. Для принятия решения по этому вопросу нет четко определенных рекомендаций. Часто в состав смеси не входит сено и 50% концентратов, которые скармливают отдельно: сено выдают на ночь, а концентраты — перед каждым доением.

¹ Методика определения состава кормовой смеси разработана кандидатом технических наук, доцентом кафедры ТМЖ ПалецковымЕ.Н.

Таблица 2 – Результаты расчетов

		ма си β_i	B_i , kp/roji.	Содер	жание	натуј	сса раль- корма, гол.	\circ корма І eta_{I} нат	ительность инии W_{iv}	кор по ф	еход омов ерме, кг	рма	٥
Вид корг	ма	Доля ОВ корма в составе смеси eta_i	Масса ОВ корма OB_i , кг/гол.	влаги B_i	30JISI $\overline{\beta}_i$	BCETO m_i	B T.Y. B COCTABE CMECH m_i "	Доля натурального корма в составе смеси $eta_{_{Inam}}$	Расчетная производительность технологической линии $W_{i \iota'}$ кг/ч	за сутки $M_{i{ m cym}}$,	на одно кормление $M_{ipa3'}$	Плотность корма $ ho_{i},$ кг/м 3	Примечание
Сено		0,20		0,16	0,08							60150	
Сенаж		0,22		0,52	0,05							300350	
Силос		0,22		0,76	0,03							350400	
Корнекл	убнеплоды	0,06		0,86	0,02							600700	
Концент	раты	0,28		0,14	0,09							500600	
Минерал добавки	іьные	0,02		0,10	0,10							10001400	
IIII O E O	Обозначение	_	OB_{pay}	_	_	m _{cym}	m_{cym} "	_	$W_{_{_{\scriptscriptstyle{q}}}}$	M_{cym}	M_{pas}	$ ho_{_{\scriptscriptstyle CM}}$	
ИТОГО	Расчетное значение	1,00						1,00					

Если часть кормов не проходит через кормоцех, то уточните массу смеси m''_{cvm} , кг/гол., по формуле:

$$m_{cym}'' = m_{cym} - \sum m_i'', \qquad (4)$$

где $\sum m_i''$ — масса кормовых компонентов, исключенных полностью или частично из состава смеси, кг/гол.

Далее рассчитайте суточную производительность кормоцеха $W_{\scriptscriptstyle {\it cvm}}$, кг/ч, по формуле:

$$W_{cym} = N \cdot m_{cym}'', \tag{5}$$

где N – поголовье коров на ферме, гол.

Определите долю каждого кормового компонента в натуральном виде $\beta_{i_{nam}}$ от общей массы смеси, получаемой в кормоцехе, по формуле:

$$\beta_{i_{nam}} = \frac{m_i''}{m_{cvm}''},\tag{6}$$

где m_i'' — масса каждого кормового компонента, полностью или частично входящего в состав смеси, кг/гол.

3. Составление технологической схемы приготовления кормов

Технологическая схема представляет собой перечень технологических операций, выполняемых в определенной последовательности по каждому кормовому компоненту, с целью получения однородной смеси. Для этого корма подвергают измельчению. Некоторые из них (силос, сенаж) измельчают при заготовке. Перед скармливанием их иногда доизмельчают, что повышает поедаемость. Корнеклубнеплоды сначала моют, а затем измельчают. Концентраты могут быть подготовлены в специальных комбикормовых цехах. На ферму они поступают в состоянии, пригодном для смешивания. Если в кормоцех привозят фуражное зерно,

то его очищают и измельчают. При недостатке кормов в рацион вводят солому, которую после измельчения подвергают, например, термохимической обработке.

Варианты технологических линий обработки кормов и применяемые машины и оборудование представлены в справочном пособии [1].

Пример технологической схемы приготовления смеси кормов приведен на рисунке 1. В каждой технологической линии предусмотрено дозирование, обеспечивающее заданный рецептурный состав смеси. Наиболее нагруженной является линия смешивания. Предусмотрены также и транспортные операции. Подготовленная смесь загружается в прицепные тракторные раздатчики кормов, в которых ее доставляют к местам содержания животных.

Составьте технологическую схему для заданного варианта. После каждой операции оставьте свободную строку для записи марки и краткой характеристики выбранной машины.

4. Порядок выбора машин и оборудования

В соответствии с составленной технологической схемой примите линию непрерывного смешивания и выдачи корма. Продолжительность цикла работы этой линии обусловливается грузоподъемностью раздатчика. После заполнения раздатчика машины этой и других линий отключаются. Для ферм с поголовьем менее 400 коров целесообразно применять малогабаритные раздатчики типа РММ-5Б, РММ-Ф-6 (грузоподъемность 1750 кг); для ферм с поголовьем 400...800 коров – типа КТУ-10А, РКТ-10, КТУ-10Б (грузоподъемность 3400, 4000, 4400 кг соответственно).

Часовую производительность смесителя (кормоцеха) $W_{_{\!\scriptscriptstyle q}}$, кг/ч, определите по формуле:

$$W_{q} = \frac{G_{p}}{t_{n}}, \qquad (7)$$

где G_p – грузоподъемность выбранного раздатчика кормов, кг; t_n – продолжительность погрузки кормовой смеси в раздатчик, ч (t_n = 0,2...0,3 ч).

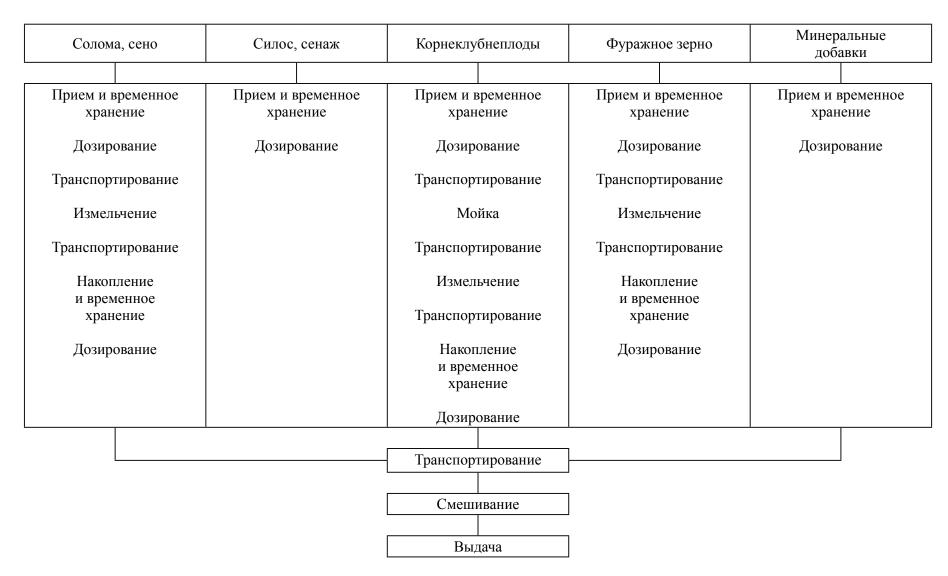


Рисунок 1 — Технологическая схема приготовления кормовой смеси

Подберите подходящий по назначению смеситель. Необходимое количество смесителей выбранной марки п, шт., рассчитайте по формуле:

$$n = \frac{W_u}{W_{mx}}, \tag{8}$$

где W_{mx} — производительность смесителя по технической характеристике, кг/ч.

Подберите и начертите соответствующую конструктивнотехнологическую схему линии транспортирования, смешивания и выдачи кормов. В технологическую схему впишите марку смесителя и его техническую характеристику (производительность, мощность электродвигателя, габаритные размеры).

Часовую производительность других технологических линий W_{i} , кг/ч, рассчитайте по формуле:

$$W_{i_{u}} = W_{u} \cdot \beta_{i_{nam}}, \qquad (9)$$

где $eta_{i_{nam}}$ – доля натурального корма в составе смеси. Прежде чем выбрать машины и оборудования этих линий, определите расход кормов по ферме за сутки $M_{i_{\scriptscriptstyle cvm}}$, кг, по формуле:

$$M_{i_{cym}} = N \cdot m_i'' \,. \tag{10}$$

Приняв двукратное или трехкратное кормление, подсчитайте расход кормов по ферме за одно кормление $M_{i_{\mathit{na3}}}$, кг, по формуле:

$$M_{i_{pas}} = \frac{M_{i_{cym}} \cdot \alpha}{k_p},\tag{11}$$

где α – коэффициент, учитывающий неравномерность распределения корма по кормлениям ($\alpha = 1,0...1,25$);

 k_{p} – кратность раздачи кормов. Просуммируйте строки в соответствующих колонках таблицы 2.

В технологической схеме по линиям силоса и сенажа предусмотрены две операции. Для их выполнения применяют питатели-дозаторы. Подберите питатель-дозатор по назначению. Затем его следует проверить по вместимости и подаче.

Необходимую геометрическую вместимость питателя V_i , м³, определите из условия:

$$V_i = \frac{M_{i_{pas}}}{\rho_i \cdot \varphi_s},\tag{12}$$

где ρ_i — плотность кормового компонента, кг/м³; $\varphi_{_3}$ — коэффициент заполнения питателя ($\varphi_{_3}$ = 0,8...0,9).

Выбранный питатель имеет геометрическую вместимость V_{mx} , указанную в характеристике. Если $V_{mx} > V_i$, то вся масса силоса или сенажа может быть доставлена в кормоцех до начала приготовления смеси. Если $V_{mx} < V_{i}$, то следует либо перейти на более вместительный питатель, либо взять несколько питателей ($n = V_i / V_{mx}$), либо иметь один питатель с дозагрузкой его в ходе работы кормоцеха.

Подача питателя-дозатора должна находиться внутри диапазона подач, указанных в технической характеристике, то есть

$$W_{mx_{\min}} < W_{i_y} < W_{mx_{\max}}. \tag{13}$$

В технологическую схему внесите марку и характеристику выбранного питателя-дозатора. Для силоса и сенажа целесообразно взять питатели одной марки.

Подберите и начертите соответствующую конструктивнотехнологическую схему линии силоса (сенажа) с выбранным питателем.

В линии обработки корнеклубнеплодов основными операциями являются мойка и измельчение. Из перечня машин, имеющегося в справочном пособии, подберите по назначению устройство, способное выполнять эти, а также транспортные операции. Рассчитайте количество моек-измельчителей по формуле 8. В технологическую схему впишите соответствующую марку и характеристику этой машины. Для хранения и дозирования корнеклубнеплодов применяют, как и в предыдущих линиях, питателидозаторы. Найдите это оборудование, проверьте по вместимости и подаче по формулам 12 и 13. В технологическую схему внесите необходимые данные. После измельчения корнеклубнеплоды накапливаются и дозируются на линию смешивания. Эти заключительные операции выполняют дозаторы. Подберите дозатор с условием, отмеченным в формуле 13. Данные по дозатору

впишите в технологическую схему. Подберите и начертите соответствующую расчетным данным конструктивно-технологическую схему линии корнеклубнеплодов.

Линию обработки фуражного зерна обоснуйте таким же образом. Воспользуйтесь характеристиками измельчителей, питателей и дозаторов зерна, помещенных в указанном справочном пособии. Рассмотрите примеры конструктивно-технологических схем. Выбранное оборудование и его характеристику впишите в технологическую схему. Вычертите схему линии фуражного зерна.

Минеральные добавки могут быть приготовлены в водном растворе или применены в сухом состоянии.

Таким образом, в ходе выполнения данной работы получена обобщенная конструктивно-технологическая схема кормоцеха, обоснован конкретный перечень машин и оборудования.

Примерный график выполнения операции в кормоцехе представлен на рисунке 2. Дозирующие устройства всех кормовых линий работают одновременно со смесителем. При этом хорошо видна цикличность в их работе. Количество циклов соответствует числу рейсов мобильных раздатчиков кормов.

Содержание отчета

В отчете приведите расчеты и разработайте график работы оборудования кормоцеха.

Контрольные вопросы

- 1. Каково назначение кормоцеха?
- 2. Как определяют состав кормовой смеси?
- 3. С какой целью составляют технологическую схему приготовления кормов к скармливанию?
- 4. Какие технологические линии выделяют в составе кормоцеха?
- 5. Из каких условий выбирают питатели-дозаторы кормовых компонентов?
- 6. Как определяют необходимое количество машин для выполнения основных операций?
- 7. Для чего изображают конструктивно-технологическую схему линий кормоцеха?

Наименование				Врем	я суток, ч	<u> </u>		
технологических	8	9	10		15	16	17	18
операций			10	•••	13	10	17	10
Линия сена								
Прием и временное хр.								
Дозирование								
Транспортирование								
Измельчение								
Транспортирование								
Накопление и вр.хран.								
Дозирование						_		
Линия силоса								
Прием и временное хр.								
Дозирование							_	
Линия сенажа								
Прием и временное хр.								
Дозирование								
Линия корнеплодов								
Прием и временное хр.								
Дозирование								
Транспортирование								
Мойка								
Транспортирование								
Измельчение								
Накопление и вр.хран.								
Дозирование	_							
Линия конц.кормов								
Прием и временное хр.								
Дозирование								
Транспортирование								
Измельчение								
Транспортирование								
Накопление и вр.хран.								
Дозирование					j			
Линия мин.добавок						_		
Прием и временное хр.								
Дозирование					j			
Линия смешивания						_		
Транспортирование								
Смешивание								
Выдача и погрузка								
Номер рейса						-		
раздатчика		1	2				3 4	

Рисунок 2 – Примерный график работы кормоцеха

РАБОТА 2

Расчет технологических линий погрузки, транспортирования и раздачи кормов

Цель работы: изучить методику расчета технологических линий раздачи кормов на ферме крупного рогатого скота.

Порядок выполнения работы

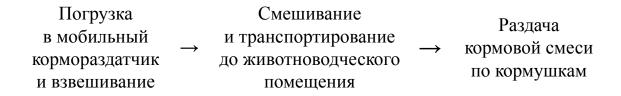
- 1. Уточните с преподавателем исходные данные.
- 2. Вычертите схему плана расположения животноводческих помещений, кормоцеха и хранилищ кормов.
- 3. Обоснуйте выбор схемы технологической линии погрузки, транспортирования и раздачи кормов животным.
- 4. Произведите расчет потребности выбранных средств механизации погрузки, транспортирования и раздачи кормов животным.
- 5. Разработайте и вычертите график согласования работы машин и оборудования.

1. Варианты технологических линий раздачи кормов

Для раздачи кормов на фермах (комплексах) крупного рогатого скота применяют технологические линии (ТЛ), состоящие из:

— мобильных средств для транспортирования кормов от хранилища или кормоцеха и раздачи отдельных видов кормов или кормовой смеси животным внутри помещений (мобильные ТЛ) по следующей схеме:

– мобильных средств для взвешивания, транспортирования, смешивания (измельчения и смешивания) кормовых компонентов и раздачи кормовой смеси внутри помещений (мобильные ТЛ) по следующей схеме:



– мобильных средств для транспортирования кормов от хранилища или кормоцеха и стационарных механических средств для раздачи отдельных видов кормов или кормовой смеси внутри помещений (комбинированные ТЛ) по следующей схеме:



– стационарных механических средств для транспортирования кормовой смеси от кормоцеха и раздачи внутри помещений (стационарные ТЛ) по следующей схеме:

2. Уточнение условий для расчета

1. Предложите вариант расположения зданий и сооружений на территории фермы и размещения животных в коровниках. Вычертите схему плана расположения основных (коровники, телятники, родильное отделение) и вспомогательных (хранилище кормов, кормоцех, складские помещения) зданий и сооружений с указанием расстояния между ними согласно зооветеринарным и противопожарным требованиям, представленным в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Зооветеринарные и противопожарные разрывы между постройками и сооружениями

В метрах

	1		1		1			1
Постройки и сооружения	Телятник	Коровник	Молочная	Кормоцех	Склад конц. кормов	Склад грубых кормов	Хранилище сочных кормов	Навозохранилище
Телятник	Пр	30	Пр	Пр	Пр	Пр	Пр	50
Коровник	30	Пр	Пр	Пр	Пр	Пр	Пр	50
Молочная	Пр	Пр	_	Пр	Пр	Пр	Пр	150
Кормоцех	Пр	Пр	Пр	Пр	Пр	Пр	Пр	150
Склад конц. кормов	Пр	Пр	Пр	Пр	Пр	Пр	Пр	130
Склад грубых кормов	Пр	Пр	Пр	Пр	Пр	Пр	Пр	50
Хранилище сочных кормов	Пр	Пр	Пр	Пр	Пр	Пр	Пр	130
Навозохранилище	50	50	150	150	130	50	130	Пр

Величина противопожарного разрыва зависит от степени огнестойкости зданий.

Таблица 2 – Противопожарные разрывы между постройками

В метрах

Степень огнестойкости построек	I, II	III	IV	V
I, II	10	12	15	18
III	12	15	18	20
IV	15	18	20	25
V	18	20	25	30

Примечание.

K степени I, II огнестойкости относятся конструкции из несгораемых материалов; к III – из трудносгораемых материалов; к IV и V – из дерева.

Противопожарные разрывы между скирдами сена, соломы и зданиями I и II степеней огнестойкости – 100 м; III, IV и V степеней – 150 м.

2. Определите суточную потребность в кормах. В работе № 1 (таблица 1) приведены значения массы органического вещества (ОВ) рациона для коров с учетом их живой массы и молочной продуктивности. Согласно заданному варианту и поголовью коров определите состав рациона кормления и потребность в каждом виде корма. Для этого выполните расчеты по формулам 1—4, 10 и 11 (см. работу № 1) и внесите полученные значения в таблицу 3 настоящей работы.

Таблица 3 – Расчет потребности в кормах

	ационе $oldsymbol{eta}_i$	B_i , KΓ/ΓΟJI.	Содер	жание	натуј ного н	сса раль- корма,	Потреб в кор по фер	мах
Вид корма	Доля ОВ корма в рационе $oldsymbol{eta}_i$	Масса ОВ корма OB_i , кг/гол	влаги B_i	золы $\overline{\beta}_i$	всего т	в т.ч. в составе смеси <i>m_i</i> "	за сутки $M_{{}_{i { m cym}}}$	на одно кормление M_{ipas}
Сено	0,20		0,16	0,08				
Сенаж	0,22		0,52	0,05				
Силос	0,22		0,76	0,03				
Корнеклубне- плоды	0,06		0,86	0,02				
Концентраты	0,28		0,14	0,09				
Минеральные добавки	0,02		0,10	0,10				
Итого						m _{см}	М см сут	М см раз

Примечание: если в настоящей работе сохранен вариант задания из работы № 1, то в данную таблицу перенесите расчетные значения из ранее выполненной работы.

Исходя из зоотехнических требований к технологическому процессу кормления животных при стойловом содержании установите кратность кормления животных $k_{_{p}}$ и продолжительность

разовой раздачи корма T_{oon} . Раздача кормов животным в течение суток может быть двух- или трехразовой (в молочном скотоводстве чаще трехразовая; при откорме молодняка – двухразовая). Продолжительность раздачи кормов животным при разовом кормлении в одном помещении (коровнике, телятнике) не должна превышать 15...20 мин., а время раздачи кормов всему поголовью животных на ферме должно составлять $T_{\partial on} = 1,5...2,0$ ч.

В случае, если из кормов, указанных в таблице 3, приготовлена смесь, то массу кормовой смеси на одно кормление $M_{_{{\it CM}_{pq3}}}$, кг, определите по формуле:

$$M_{cM_{pas}} = \frac{\alpha}{k_p} \sum M_{i_{cym}} , \qquad (3)$$

где α – коэффициент, учитывающий неравномерность распределения корма по кормлениям ($\alpha = 1,20...1,25$);

 $M_{i_{\mathrm{cym}}}$ — суточный расход отдельного вида корма, кг. Разовую норму выдачи отдельного вида корма $m_{\scriptscriptstyle H_i}$ или смеси $m_{_{\!H_{\scriptscriptstyle CM}}}$, кг/гол, в расчете на одно животное определите по формулам:

$$m_{_{\!\scriptscriptstyle H_i}} = M_{_{i_{_{\!\scriptscriptstyle DA3}}}}/N$$
 , или $m_{_{\!\scriptscriptstyle H_{_{\scriptscriptstyle CM}}}} = M_{_{\scriptscriptstyle CM_{_{\!\scriptscriptstyle DA3}}}}/N$, (4)

где N – количество животных на ферме, гол.

3. Расчет количества погрузочных средств

Выберите тип (марку) погрузчиков для загрузки мобильного раздатчика кормов. При погрузке кормов из хранилищ учитывайте универсальность и производительность погрузчиков. Ориентировочно производительность погрузчиков для разных видов кормов примите по данным таблицы 4.

Потребное количество погрузочных средств k_n , шт., рассчитайте по формулам:

$$k_n = \frac{M_{i_{pas}}}{W_n \cdot t_n \cdot \tau_n}$$
, или $k_n = \frac{M_{cM_{pas}}}{W_n \cdot t_n \cdot \tau_n}$, (5)

где W_{n} — производительность погрузочного средства по технической характеристике, кг/ч;

 t_{n} — время, отведенное на погрузку, ч; au_{n} — коэффициент использования рабочего времени на погрузке $(\tau_n = 0.9)$.

Таблица 4 – Производительность погрузочных средств для отдельных видов кормов

В тоннах за один час

Тип погрузчика	Марка	Загружаемый корм	Производи- тельность
Фуражир навесной	ФН-1,4	Сено, солома с измельчением	36
Погрузчик стебельчатых кормов	ПСК-5,0	Сено, солома с измельчением Сенаж, силос	23 515
Погрузчик силоса, сенажа	ПСС-5,5	Силос, сенаж	1040
Погрузчик фронтальный	ПФ-0,5Б	Сено без измельчения Сенаж, силос, корнеплоды	47 818
Погрузчик-экскаватор	ПЭ-Ф-1А	Сено без измельчения Силос, корнеплоды	68 1030

Кормовая смесь из кормоцеха подается выгрузным транспортером. Его подача равна часовой производительности смесителя, рассчитанной в работе № 1 по формуле 7. Там же принята продолжительность погрузки кормовой смеси в бункер мобильного раздатчика.

4. Расчет технологических линий транспортирования и раздачи кормов

1. Обоснование выбора мобильного кормораздатчика. Одной из основных характеристик раздатчика является вместимость бункера, которая зависит от количества обслуживаемых животных, размещенных у одного кормового прохода. Для уточнения числа коров обратитесь к схеме внутренней планировки коровника.

Вместимость бункера-кормораздатчика должна быть достаточной, чтобы за один рейс раздать корм всем животным, находящимся вдоль одного кормового прохода. Массу корма, необходимую для выдачи животным в одном кормовом проходе $M_{\kappa n}$, кг, определите по выражению:

$$M_{\kappa n} = m_{\scriptscriptstyle H} \cdot N_{\scriptscriptstyle p} \cdot k \cdot k_{\scriptscriptstyle 3} \,, \tag{6}$$

где $m_{_{\! H}}$ – разовая норма выдачи корма (кормовой смеси), кг/гол.; $N_{_{\! p}}$ – количество животных, находящихся в одном кормовом ряду, гол.;

k – количество рядов животных в кормовом проходе (k = 1 или

 $\vec{k_{_{3}}}$ – коэффициент, учитывающий запас корма в бункере $(k_{2} = 1,05...1,10).$

Выберите необходимый мобильный кормораздатчик и ознакомьтесь с его технической характеристикой или воспользуйтесь данными таблицы 5.

Таблица 5 – Технические характеристики мобильных кормораздатчиков

Показатели	КТУ-10А	РММ-5Б	КРФ-10	PKT-10	КТ-Ф-12
Грузоподъемность, кг	3500	1750	4000	4000	6000
Вместимость, м ³	10	5	10	10	12

Затем определите массу корма, M_{p} , кг, вмещаемого в кузов раздатчика, с учетом его вместимости и плотности корма, по формуле:

$$M_{p} = V_{p} \cdot \rho_{cM} \cdot \varphi_{3}, \qquad (7)$$

где V_p – вместимость бункера раздатчика, м³; $\rho_{_{CM}}$ – насыпная плотность корма (кормовой смеси), кг/м³;

 $\varphi_{_{3}}$ – коэффициент заполнения объема бункера ($\varphi_{_{3}}$ = 0,8...0,9).

Насыпная плотность отдельных видов кормов приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Насыпная плотность кормов

B кг/м 3

	To a second seco		
Наименование корма	Насыпная	Наименование корма	Насыпная
1	плотность	1	плотность
Овес	400500	Мел дробленый	9801400
Овес измельченный	300360	Соль поваренная каменная мелкая	10002200
Ячмень	650750	Мука травяная	180200
Ячмень измельченный	460650	Мука хвойная	300
Кукуруза	700750	Комбикорм немелассированный	480680
Кукуруза измельченная	680780	Комбикорм мелассированный	500
Горох	600	Комбикорм гранулированный	600660
Пшеница	650750	Картофель	650730
Жмых в плитах	440530	Свекла кормовая	570650
Жом свекловичный свежий	1000	Сено и солома из стога	80120
Жом свекловичный сухой	220320	Сено и солома прессованная	270280
Шроты	340600	Соломенная резка, замоченная и уплотненная	200300
Мука мясокостная	630850	Силос слежавшийся	600700
Мука рыбная	20	Сенаж	400450
Мука жировая	520600	Трава свежескошенная	300400

Насыпную плотность кормовой смеси $\rho_{_{\mathit{CM}}}$, кг/м³, определите по формуле:

$$\rho_{\scriptscriptstyle CM} = \frac{\sum \rho_i M_i}{\sum M_i},\tag{8}$$

где ρ_i — насыпная плотность i-го корма, кг/м³; M_i — масса i-го корма в смеси, кг.

Для выполнения зоотехнических требований необходимо, чтобы расчетные значения масс корма находились в следующем соотношении $M_{\kappa n} \leq M_p$. Однако при этом масса корма в бункере не должна превышать грузоподъемность раздатчика, т.е. $M_p \leq G$. Превышение грузоподъемности кормораздатчика допускается не более чем на $10\,\%$. Если $M_{\kappa n} > M_p > G$, то следует уменьшить количество обслуживаемых рядов животных в формуле 6 либо подобрать другой кормораздатчик. Выбранное значение M_p согласуйте с преподавателем.

2. Необходимое количество мобильных тракторных раздатчиков $n_{_{\rm M}}$, шт., определите по формуле:

$$n_{_{M}} = \frac{W_{_{mn}}}{W_{_{ob}}}, \qquad (9)$$

где $W_{_{m_{1}}}$ – требуемая производительность технологической линии раздачи кормов, кг/ч;

 W_{ϕ} — расчетная производительность технологической линии раздачи кормов, кг/ч.

Требуемая производительность W_{mn} , кг/ч, устанавливается на основе допустимой длительности разовой раздачи корма на ферме, т.е.

$$W_{mn} = \frac{M_{i_{pas}}}{T_{\partial on}}$$
 или $W_{mn} = \frac{M_{c_{M_{pas}}}}{T_{\partial on}}$, (10)

где $T_{_{\partial on}}$ — допустимая продолжительность разовой раздачи кормов на ферме, ч ($T_{_{\partial on}}=1,5\dots 2,0$ ч).

Расчетная производительность W_{ϕ} , кг/ч, отражает фактические возможности раздатчика кормов в конкретных условиях его использования на ферме и рассчитывается по формуле:

$$W_{\phi} = \frac{M_p}{t_u}, \tag{11}$$

где $t_{_{\scriptscriptstyle U}}$ – продолжительность одного рейса (цикла) кормораздатчика, ч.

Продолжительность одного рейса кормораздатчика $t_{_{\!\mathit{u}}}$, ч, определите по формуле:

$$t_u = t_n + t_z + t_p + t_x + t_{n_3}, (12)$$

где t_n , t_z , t_p , t_x , t_{ns} — продолжительность соответственно погрузки корма в раздатчик, движения с грузом, раздачи корма, движения без груза (холостой ход) и подготовительно-заключительных операций, ч.

Составляющие времени одного рейса транспортирования и раздачи корма определите по формулам:

$$t_n = \frac{M_p}{W_n}, t_z = \frac{L_{cp}}{V_z}, t_p = \frac{M_p}{W_p}, t_x = \frac{L_{cp}}{V_x},$$
 (13)

где $L_{\it cp}$ — среднее расстояние транспортирования кормов от мест хранения до животноводческих помещений, км;

 v_z , v_x — скорость движения раздатчика с грузом и порожнего, км/ч (при движении по внутрифермским дорогам v_z = 3...8 км/ч, при перевозке кормов с полей v_z 10...20 км/ч);

 $W_{_{p}}$ – производительность раздатчика на выдаче корма, кг/ч.

Расстояние транспортирования заготовленных кормов по территории фермы составляет 0,05...0,3 км, свежескошенных кормов с полей -2...6 км.

Производительность раздатчика на выдаче корма W_p , кг/ч, определяется соответствующей настройкой выгрузных устройств, зависит от скорости движения и рассчитывается по формуле:

$$W_p = m_{_{\mathcal{I}}} \cdot \nu_{_{\mathcal{P}}} \cdot k \cdot k_{_{\mathcal{O}}}, \tag{14}$$

где $m_{_{\!\scriptscriptstyle \Pi}}$ – линейная плотность распределения корма по фронту кормления, кг/м;

 v_p — скорость движения тракторного раздатчика (самоходного раздатчика) вдоль кормушек, км/ч ($v_p=1,0...3,6$ км/ч);

k — число рядов животных, обслуживаемых раздатчиком за один рейс;

 $k_{\scriptscriptstyle 6}$ — коэффициент, учитывающий пробуксовку трактора ($k_{\scriptscriptstyle 6}$ = 0,95…0,98).

$$m_{_{I_{i}}} = m_{_{H_{i}}}/l$$
, или $m_{_{I_{CM}}} = m_{_{H_{CM}}}/l$, (15)

где l — фронт кормления, м/гол. (при привязном содержании коров 1,1 или 1,2, при беспривязном — 0,8 м/гол.).

Продолжительность подготовительно-заключительных операций примите не более 0,01 ч.

Количество рейсов тракторного раздатчика (самоходного раздатчика) $n_{_{D}}$ определите по формуле:

$$n_p = \frac{M_{i_{pas}}}{M_p}$$
, или $n_p = \frac{M_{c_{M_{pas}}}}{M_p}$. (16)

Рассчитайте продолжительность работы тракторного раздатчика (самоходного раздатчика) в расчете на одно кормление животных T_{pas} , ч, по формуле:

$$T_{pa3} = t_u \cdot n_p \,. \tag{17}$$

Как было отмечено, разовое кормление животных должно быть выполнено в течение $T_{_{\partial on}}=1,5\dots 2,0$ часов. Тогда по соотношению $T_{_{pas}}/T_{_{\partial on}}$ можно определить количество кормораздаточных средств, как и по формуле 9.

3. Количество мобильных тракторных смесителей-раздатчиков кормов рассчитайте по формуле 9. При этом расчетную производительность W_{ϕ} , кг/ч, смесителя-раздатчика определите с учетом того, что погрузка отдельных видов кормов проводится, как правило, в местах их хранения. Тогда

$$W_{\phi} = \frac{M_p \cdot \tau_u}{t_u} \,, \tag{18}$$

где τ_u — коэффициент использования технологического времени раздатчика-смесителя ($\tau_u = 0,7...0,9$).

Продолжительность одного рейса смесителя-раздатчика $t_{_{\mathcal{U}}}$, ч, определите по формуле 12 со следующими уточнениями. Время, необходимое на смешивание загруженных кормовых компонентов ($t_{_{CM}}=0.08...0.14$ ч), может быть совмещено с движением агрегата к животноводческому помещению. Продолжительность погрузки $t_{_{n}}$, ч, определите как сумму времени на погрузку отдельных видов кормов, входящих в кормовую смесь, по формуле:

$$t_{n} = \sum \frac{m_{H_{i}} \cdot N_{p} \cdot k}{W_{n_{i}}} = \frac{m_{H_{1}} \cdot N_{p} \cdot k}{W_{n_{1}}} + \frac{m_{H_{2}} \cdot N_{p} \cdot k}{W_{n_{2}}} + \dots + \frac{m_{H_{i}} \cdot N_{p} \cdot k}{W_{n_{i}}}, (19)$$

где $m_{_{\!H_{\!\scriptscriptstyle i}}}$ – разовая норма отдельного вида корма, кг/гол.;

 $W_{n_i}^{r}$ — производительность погрузочных средств при работе на отдельных видах кормов, кг/ч.

Техническая характеристика смесителей-раздатчиков некоторых ведущих фирм приведена в таблице 7.

4. Определите потребное количество мобильных кормораздатчиков для комбинированной линии, когда раздача кормов по кормушкам выполняется стационарными механическими средствами, а мобильные средства доставляют корма от мест хранения и загружают стационарные кормораздатчики.

Расчет выполните по формулам 6–17 со следующими уточнениями. Продолжительность раздачи корма внутри помещения зависит от производительности стационарного кормораздатчика и времени переездов мобильного раздатчика в тамбуре помещения к кормовым линиям.

Таблица 7 – Техническая характеристика смесителей-раздатчиков

Показатель	ИСРК-12 «Зап- агромаш» (Беларусь)	TRIOLET 3AO «Колнаг» (Россия)	Optimix SC «DeLaval» (Швеция)	V-MIX «BvL» (Германия)
Грузоподъемность,	4000	4000	4000	3600
КГ	10	10 10 14	0.10.12	0.10.10
Вместимость бункера, м ³	12	10, 12, 14	8, 10, 12	8, 10, 12
Потребная	55	50, 55, 60	45, 55, 60	45, 55, 60
мощность, кВт				
Тип расположения	горизон-	вертикаль-	горизон-	вертикаль-
рабочего органа	тальный	ный	тальный	ный
Число шнеков	2	1	3	1
Габаритные				
размеры, мм	6640	4700	6643	4730
длина	2440	2540	2250	2270
ширина	2920	2920	2635	3250
высота				
Масса, кг	4400	3635	6150	4580
Тип загрузочного	_	_	Фреза	U-образный
устройства				резак

Продолжительности раздачи корма t_p , ч, рассчитайте по формуле:

$$t_p = \frac{M_p}{W_{\kappa}} + t_{nep}, \qquad (20)$$

где $W_{_\kappa}$ — производительность стационарного кормораздатчика, кг/ч; $t_{_{nep}}$ — время, затраченное на переезды мобильного раздатчика внутри тамбура помещения, ч ($t_{_{nep}}$ = 0,05...0,1 ч).

Производительность стационарного ленточного (скребкового) раздатчика W_{κ} , кг/ч, рассчитайте по выражению:

$$W_{\kappa} = 3600 \cdot b \cdot h \cdot v_{\kappa} \cdot \rho , \qquad (21)$$

где b — ширина раздатчика (кормушки), м;

h – толщина слоя корма на рабочем органе раздатчика, м;

 v_{κ} – скорость движения раздатчика, м/с.

 Π ри этом среднюю толщину слоя корма h, м, рассчитайте по формуле:

$$h = \frac{m_{_{\scriptscriptstyle H}}}{b \cdot l \cdot \rho},\tag{22}$$

где $m_{_{_{\it H}}}$ – разовая норма выдачи кормовой смеси или отдельного вида корма, кг/гол. (см. формулу 4);

l – фронт кормления, м/гол. (для коров l = 0,8...1,20 м).

Техническая характеристика стационарных кормораздатчиков приведена в таблице 8.

Таблица 8 — Техническая характеристика стационарных кормораздатчиков

Показатель	РВК-Ф-74	КВД-Ф-150-1	КРС-Ф-15А
Число обслуживаемых	62	100	62
животных, гол. Производительность, т/ч	15	45	15
Установленная мощность, кВт	5,5	10	5,5
Масса, кг	1070	1900	1300

5. Разработка графика выполнения технологических операций

Пример графика согласования технологических операций приведен на рисунке 1.

Выполните конструктивно-технологическую схему линии погрузки, транспортирования и раздачи кормов, разработайте график согласования технологических операций. При построении графика согласования операций запланируйте время на подготовку машин к работе t_{noo2} и на постановку их на стоянку после работы $t_{3a\kappa n}$. Общую продолжительность работы мобильного тракторного раздатчика в сутки рассчитайте по формуле:

$$T_o = n_p \cdot t_u + t_{node} + t_{3a\kappa n}, \qquad (23)$$

где $n_{_{p}}$ – число рейсов, совершаемых одним раздатчиком.

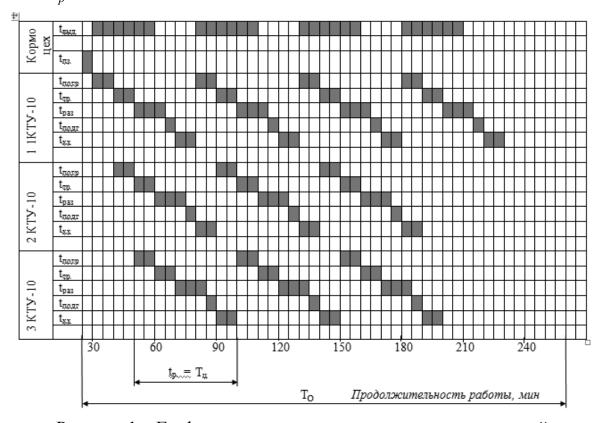


Рисунок 1 — График согласования технологических операций: $t_{_{6b}\partial}$ — время выдачи смеси из кормоцеха, с; $t_{_{n3}}$ — время подготовительно-заключительных операций в начале и в конце работы, с; $t_{_{nozp}}$ — время погрузки кормораздатчика, с; $t_{_{mp}}$ — время транспортирования кормосмеси, с; $t_{_{node}}$ — время подготовки машин под погрузку, с; $t_{_{xx}}$ — время холостого хода кормораздатчика, с

Содержание отчета

В отчете выполните расчеты по выбранной технологической линии и разработайте график согласования технологических операций.

Контрольные вопросы

- 1. Перечислите технологические линии раздачи кормов и приведите обоснование их применению на фермах.
 - 2. Какие средства используются для погрузки кормов?
- 3. Каков порядок расчета линий раздачи кормов мобильными тракторными раздатчиками?
- 4. Как рассчитывается количество мобильных тракторных смесителей-раздатчиков кормов?
- 5. Какие раздатчики кормов применяются на фермах крупного рогатого скота?
- 6. Как составляется график согласования технологических операций при раздаче кормов?

РАБОТА 3

Расчет технологических линий удаления навоза

Цель работы: изучить методику расчета технологических линий удаления навоза на животноводческих фермах.

Порядок выполнения работы

- 1. Уточните с преподавателем исходные данные.
- 2. Наметьте возможные варианты технологических линий удаления навоза и примите один из них, который в наибольшей мере соответствует заданным условиям.
- 3. Подберите тип оборудования и вычертите конструктивнотехнологическую схему.
- 4. Определите выход навоза и рассчитайте линию удаления навоза из животноводческих помещений.
- 5. Установите потребность в мобильных агрегатах для транспортирования навоза от животноводческих помещений до навозохранилища.
- 6. В случае использования трубопроводного транспорта определите основные конструктивные и эксплуатационные параметры оборудования.

1. Исходные данные для расчета

Технологическая линия уборки навоза складывается из очистки мест содержания животных и птицы, транспортирования навоза или помета внутри животноводческого помещения и от животноводческого помещения до навозохранилища, создания условий для получения из него качественного органического удобрения. Рассмотрим пример проектирования применительно к молочным фермам по данным, представленным в таблице 1.

Возможны следующие варианты технологических решений:

- стационарные линии, состоящие из:
- системы стационарных конвейеров (транспортеров) для удаления навоза из помещения и транспортирования в хранилище (навозосборник);

- системы стационарных конвейеров для удаления навоза из помещения и трубопроводов для транспортирования в хранилище;
- системы каналов для сбора и удаления бесподстилочного навоза из помещения и трубопроводов для транспортирования в хранилище (цех переработки);
- мобильные линии, состоящие из мобильных агрегатов для удаления навоза из помещения и транспортирования в хранилище;
- комбинированные линии, состоящие из стационарных конвейеров для удаления навоза из помещения и мобильных агрегатов для транспортирования в хранилище.

Таблица 1 – Исходные данные

No	Поголовье	Способ содержания	Количество	Вместимость
варианта	коров, гол.	коров	коровников	коровников
1	100	Привязный	1	100
2	200	Привязный	1	200
3	200	Беспривязный боксовый	1	200
4	4 200	П	1	100
4	300	Привязный	1	200
5	300	Привязный	3	100
6	400	Привязный	1	400
7	400	Привязный	2	200
8	400	Беспривязный боксовый	1	400
9	500	Привязный	5	100
10 500	Па	2	200	
10	500	Привязный	1	100
11	600	Привязный	3	200
12	600	Беспривязный боксовый	3	200
13 700	Па	1	100	
	/00	Привязный	3	200
1.4 700	700	Па	1	400
14	700	Привязный	3	100

Продолжение таблицы 1

No	Поголовье	Способ содержания	Количество	Вместимость	
варианта	коров, гол.	коров	коровников	коровников	
15	800	Привязный	4	200	
16	800	Беспривязный боксовый	2	400	
17	17 000	Приразиний	2	400	
17 900	Привязный	1	100		
18 900	Панадання	4	200		
	Привязный	1	100		
19	1000	Привязный	5	200	
20 1000	Беспривязный	2	400		
	боксовый	1	200		
21 1100	Панаданняй	2	400		
	Привязный	3	100		
22	22 1100	П	5	200	
22 1100	Привязный	1	100		
23	1200	Привязный	3	400	
24	1200	Беспривязный боксовый	3	400	
25	1200	Беспривязный боксовый	6	200	

Примечание: дополнительно следует принять решение о содержании коров с использованием подстилки или без подстилки.

Могут быть и другие варианты технологических линий и применяемого оборудования. При проектировании примите решение, в набольшей степени отвечающее условиям задания.

2. Определение выхода навоза

Суточный выход навоза на одно животное складывается из выделенных экскрементов и внесенной подстилки. Согласно НТП-17-99 «Нормы технологического проектирования систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета», суточный выход экскрементов от одной коровы в расчетах принимают

 $m_{_{9}} = 55$ кг, в том числе кал -35 и моча 20 кг. Данные для расчета выхода навоза по группам животных приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Данные для расчета выхода навоза от крупного рогатого скота

Наименование		Коровы	Молодняк	Телята
Суточная норма расхода подстилки:	солома, кг/гол.	24	23	1,53
	торф, кг/гол.	2,53,0	23	1,52
	опилки, кг/гол.	23	12	1,0
Расчетный коэффициент выхода навоза		1,0	0,5	0,25
Влажность экскрементов, %		88,0	86,8	86,0

Суточный выход твердого подстилочного навоза m_{cym} , кг/гол., от одной коровы рассчитайте по формуле:

$$m_{cvm} = m_{_{9}} + m_{_{n}}, \tag{1}$$

где $m_{_{n}}$ — масса подстилки, кг/гол.

В некоторых случаях для транспортирования навоза используют трубопроводную систему. При этом необходимо в навоз добавлять воду для получения жидкого навоза. Количество технологической воды $m_{_{\it B}}$, кг/гол., определите по формулам:

$$m_{_{\! \mathit{g}}} = \frac{m_{_{\! \mathit{g}}} \cdot (B_{_{\!\mathcal{M}.H}} - B_{_{\! \mathit{g}}})}{100 - B_{_{\!\mathcal{M}.H}}}$$
, или $m_{_{\! \mathit{g}}} = \frac{m_{_{\! \mathit{H}}} \cdot (B_{_{\!\mathcal{M}.H}} - B_{_{\! \mathit{H}}})}{100 - B_{_{\!\mathcal{M}.H}}}$, (2)

где $B_{_{\mathcal{M}.H}}$, $B_{_{9}}$, $B_{_{H}}$ — влажность соответственно жидкого навоза (88...90 %), экскрементов и навоза, содержащего небольшое количество подстилки (82...84%).

Суточный выход жидкого навоза m_{cym} , кг/гол., от одной коровы определите по формулам:

$$m_{cvm} = m_9 + m_g$$
 или $m_{cvm} = m_9 + m_n + m_g$. (3)

Годовой выход навоза от одной коровы $m_{_{200}}$, кг/гол., определите по формуле:

$$m_{coo} = m_{cvm} \cdot T_{on}, \tag{4}$$

где $T_{_{\partial n}}$ – длительность накопления навоза в течение года, дн.

$$T_{\partial n} = T_{cm} + k \cdot (365 - T_{cm}), \tag{5}$$

где T_{cm} — длительность стойлового периода, дн. (по НТП-1-99 для Южного Урала T_{cm} = 220 дн.);

k — коэффициент, учитывающий период возможного пребывания животных в стойловых помещениях в пастбищный период (k=0...0,5).

В целом по ферме суточный и годовой выход навоза $M_{{\it суm}}$, кг, от коров определите по формулам:

$$M_{cvm} = N \cdot m_{cvm}, M_{coo} = N \cdot m_{coo},$$
 (6)

где N – поголовье коров на ферме, гол.

При необходимости определите общий суточный и годовой выход навоза по всем группам животных, содержащихся на ферме, с учетом расчетного коэффициента, значения которого даны в таблице 2.

3. Расчет стационарных линий удаления навоза

В качестве стационарных механических средств для удаления навоза из коровников могут быть использованы цепочноскребковые (ТСН-160Б, КСН-Ф-100) и винтовые конвейеры (КОШ-Ф-100, КОШ-Ф-200А, КШТ-Ф-200А), скреперные установки (УС-Ф-170А, УС-Ф-250А). Выберите тип и марку конвейера, соответствующего принятому способу содержания животных (привязному или беспривязному). Рассчитайте выбранную технологическую линию.

1. Расчет линии удаления навоза цепочно-скребковым конвейером выполните в следующем порядке. Определите необходимое количество конвейеров с учетом их технической характеристики, а также вместимости и объемно-планировочных решений коровников. Схема линии удаления навоза представлена на рисунке 1. Конвейер кругового движения рассчитан на удаление навоза из двух параллельных открытых каналов, вдоль которых размещают на привязи 100 коров. Для полученного задания вычертите план размещения коровников и схему линии удаления навоза.

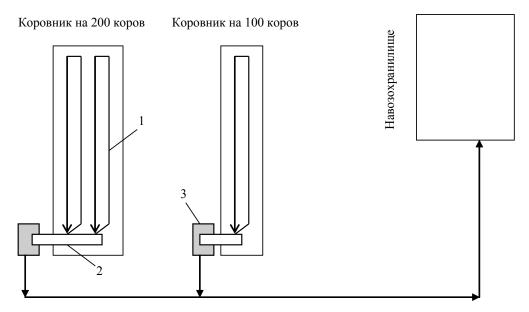


Рисунок 1 — Схема комбинированной технологической линии удаления навоза:

1 – горизонтальная (продольная) часть цепочно-скребкового конвейера;

2 – наклонная и поперечная часть цепочно-скребкового конвейера;

3 – тракторный прицеп

$$M_{u} = \frac{N_{1} \cdot m_{cym}}{a},\tag{7}$$

где $N_{\scriptscriptstyle 1}$ – поголовье коров, от которого навоз убирается одним стационарным конвейером;

a – кратность удаления навоза в течение суток (a = 3...4).

Продолжительность цикла t_{u} , с, рассчитайте по формуле:

$$t_{u} = \frac{k_{p} \cdot L_{\kappa}}{V_{\kappa}}, \qquad (8)$$

где k_p — коэффициент, учитывающий увеличение продолжительности работы конвейера вследствие его дозагрузки во время движения ($k_p = 2...3$);

жения $(k_p = 2...3)$; $L_{\kappa} -$ длина горизонтального (продольного) конвейера, м $(L_{\kappa} = 160 \text{ m})$;

 v_{κ} — скорость горизонтального (продольного) конвейера, м/с (v_{κ} = 0,19 м/с).

Производительность конвейера W, кг/ч, определите по формуле:

$$W = \frac{3600 \cdot M_u}{t_u} \,. \tag{9}$$

2. Расчет линии удаления навоза скреперной установкой выполните в следующем порядке. Конвейер возвратно-поступательного движения рассчитан на очистку двух параллельных открытых каналов длиной до 80 м, в которых накапливается навоз от 100 или 200 коров, содержащихся без привязи. Допускается применение подстилочных материалов (измельченная солома, опилки или торф) из расчета не более 1 кг/гол. в сутки. Схема линии удаления навоза представлена на рисунке 2а. Для полученного задания вычертите план размещения коровников и схему линии удаления навоза.

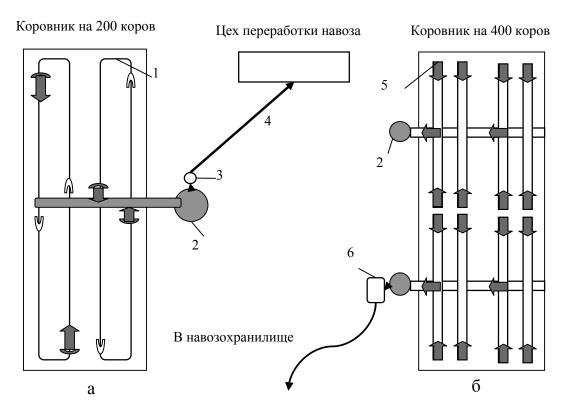


Рисунок 2 – Варианты технологических линий удаления навоза:

- а схема линии удаления навоза скреперными установками;
- б схема линии удаления навоза гидравлическим способом:
- 1 скреперная установка; 2 навозосборник; 3 насосная станция;
- 4 навозопровод; 5 продольный канал гидравлического способа;
- 6 цистерна

Движущийся скрепер перемещает впереди себя собранный навоз в форме тела волочения, имеющего объем V. Массу одной порции навоза $M_{\scriptscriptstyle 1}$, кг, определите по формуле:

$$M_1 = V \cdot \rho \,, \tag{10}$$

где ρ – плотность навоза, кг/м³ (ρ = 800...950кг/м³).

Объем тела волочения V, M^3 , зависит от ширины канала и высоты скрепера и рассчитывается по формуле:

$$V = S \cdot b = \frac{h^2 \cdot b}{2 \cdot tg\alpha},\tag{11}$$

где S — площадь продольного сечения слоя навоза, M^2 ;

b – ширина канала, м (b = 1,8...3,0 м);

h – высота скребка, м (h = 0,15...0,20 м);

 α – угол естественного откоса навоза при движении, 0 (α = 7...9 0).

Производительность скреперной установки W, кг/ч, определите по формуле:

$$W = \frac{3600 \cdot z \cdot M_1}{t_u},\tag{12}$$

где z – число скреперов на установке, шт. (z = 2 или z = 4);

 t_{u} – продолжительность цикла удаления навоза из каналов, с.

Продолжительность цикла t_{u} , с, разовой очистки каналов рассчитайте по формуле:

$$t_{u} = \frac{2L}{V} + t_{pee} \,, \tag{13}$$

где L — длина пути перемещения навоза до поперечного канала, м (30 или 60 м);

v – скорость скрепера, м/с (v = 0,04...0,06 м/с);

 t_{pes} — время, необходимое для изменения направления движения (реверсирования) скрепера, с (t_{pes} = 2...5 с).

В течение суток каналы очищаются от навоза до шести раз. Расчетную кратность удаления навоза a определите по формуле:

$$a = \frac{N_1 \cdot m_{cym}}{z \cdot M_1} \,. \tag{14}$$

Удаленный из животноводческого помещения навоз накапливается в навозосборнике, вместимость которого рассчитывается на несколько дней хранения, например, с учетом выходных (праздничных) и ненастных дней.

3. Расчет линии удаления навоза винтовым конвейером выполните в следующем порядке. Винтовой конвейер рассчитан на очистку одного канала, перекрытого щелевым полом. В канале накапливается навоз от 50 коров, содержащихся на привязи.

Производительность винтового конвейера W, кг/ч, определите по формуле:

$$W = \frac{3600 \cdot N_1 \cdot m_{cym}}{a \cdot t_u},\tag{15}$$

где a – кратность удаления навоза, (a = 2);

Продолжительность цикла $t_{_{\!\mathit{\psi}}}$, с, рассчитайте с учетом конкретных конструктивно-кинематических параметров по формуле:

$$t_{u} = \frac{L}{n \cdot s}, \tag{16}$$

где L – длина пути перемещения навоза до поперечного канала, м (L = 60 м);

n — частота вращения вала винтового конвейера, c^{-1} ($n = 0.5 c^{-1}$); s — шаг винтовой поверхности, м.

Шаг винтовой поверхности и диаметр винта взаимосвязаны следующим соотношением: $S = 0.5 \cdot D$. Диаметр шнеков D в продольных каналах составляет 0.20...0.25 м.

Перед очередным включением конвейера уровень навоза в канале поднимается до оси вала винта. Линейную плотность $m_{_{_{\! Л}}}$, кг/м, распределения навоза в канале определите по формуле:

$$m_{n} = \frac{N_{1} \cdot m_{cym}}{a \cdot L} \,. \tag{17}$$

Из продольных каналов навоз попадает в поперечный, в котором монтируется винтовой конвейер с большей производительностью. Как правило, он перемещает навоз, поступающий одновременно из двух продольных каналов. Удаленный из животноводческого помещения навоз накапливается в навозосборнике.

4. Гидравлические способы удаления навоза применяют на крупных фермах и комплексах. Для этого выполняют систему продольных и поперечных каналов, по которым навоз поступает в сборники, а затем его доставляют в хранилище или в цех переработки. Схема линии удаления навоза представлена на рисунке 26.

Для реализации самотечного способа рассчитывают глубину каналов в зависимости от их длины, принимаемой исходя из вместимости и внутренней планировки здания. Начальную глубину канала $H_{_{\! H}}$, м, определите по следующей формуле:

$$H_{H} = h_{3an} + h_{CR} + h_{O} + \Delta h , \qquad (18)$$

где $h_{_{3an}}$ — запас глубины в заполненном канале, м ($h_{_{3an}}$ = 0,1...0,2 м); $h_{_{cn}}$ — толщина слоя навоза над поверхностью порожка, м ($h_{_{cn}}$ = 0,05...0,10 м);

 h_o — минимальная толщина потока навоза, при котором возможно его течение к поперечному каналу, м;

 Δh — размер превышения порожка над поверхностью дна канала в его начале, м.

Значения h_o и Δh определите с учетом уклона поверхности навоза и дна канала по формулам:

$$h_o = L \cdot i_{nos}$$
, $\Delta h = h_{nop} - L \cdot i_{\partial}$, (19)

где L – длина канала, м (принимают не более 40 м);

 $i_{\tiny nos}$ — уклон поверхности навоза в канале при установившемся режиме течения ($i_{\tiny nos}$ = 0,01…0,015);

 $h_{_{nop}}$ — высота порожка, устанавливаемого в конце канала, м ($h_{_{nop}}$ = 0,1 . . . 0,15 м);

 $i_{\dot{o}}^{\prime}$ – уклон дна канала ($i_{\dot{o}}^{\prime}$ = 0,003).

Глубину в конце канала H_{κ} , м, определите по следующей формуле:

$$H_{\kappa} = h_{nop} + h_{c\pi} + h_o + h_{gan}. \tag{20}$$

Минимальную глубину самотечных каналов необходимо принимать не менее 0,6 м.

Продолжительность заполнения канала навозом T, дн., до перевода в самотечный режим рассчитайте по формуле:

$$T = \frac{(V_z \cdot \varphi_3 - V_g) \cdot \rho}{N_1 \cdot m_{cym}},\tag{21}$$

где $V_{_{\! 2}}$ – геометрическая вместимость канала прямоугольного сечения, м³;

 $\varphi_{_{\it g}}$ — коэффициент заполнения канала ($\varphi_{_{\it g}}$ = 0,90…0,95); $V_{_{\it g}}$ — объем воды, заливаемой в канал перед его наполнением навозом, M^3 (толщина слоя воды в канале должна быть не менее 0,1 м);

 ρ – плотность жидкого навоза, кг/м³ (ρ = 1000...1020 кг/м³).

Размеры канала выберите применительно к коровнику определенной вместимости и заданному способу содержания животных, согласуйте с преподавателем.

Технологическую вместимость навозосборника V_{m} , м³, определите по формуле:

$$V_{m} = N \cdot m_{cym} \cdot T_{xp} / \rho , \qquad (22)$$

где N – количество животных, от которых навоз поступает в один навозосборник, гол.;

 T_{xp} — продолжительность временного хранения навоза в сборнике с учетом праздничных и ненастных дней, дн.

4. Расчет линии транспортирования навоза в хранилище

Для транспортирования навоза в хранилище применяют мобильные агрегаты, состоящие из тракторов (МТЗ, ЮМЗ и др.) и тракторных прицепов (1ПТС-2,5, 2ПТС-4 и др.) или цистерн (типа МЖТ, РЖТ), а также трубопроводы.

1. Расчет мобильных средств для транспортирования навоза в хранилище выполните в следующем порядке. Производительность транспортного средства W, кг/ч, рассчитайте по формуле:

$$W = \frac{M_{\scriptscriptstyle H}}{t_{\scriptscriptstyle p}},\tag{23}$$

где $M_{_{\scriptscriptstyle H}}$ – количество навоза, перемещаемого за один рейс, кг; t_p — продолжительность одного рейса, ч.

При определении $M_{_{_{\it H}}}$ учитывайте грузоподъемность выбранного транспортного средства. Предложите график включения стационарных конвейеров и согласуйте с преподавателем.

Продолжительность рейса t_p , с, складывается из времени, требуемого для погрузки t_n , движения с грузом t_z , выгрузки t_g , движения без груза (холостой ход) t_x и на подготовительнозаключительные операции t_{ns} , и рассчитывается по формуле:

$$t_{p} = t_{n} + t_{2} + t_{6} + t_{x} + t_{n3}, (24)$$

где $t_{_{\it g}},\,t_{_{\it n3}}$ – продолжительность выгрузки навоза и подготовительно-заключительных операций, ч (примите в пределах до 0,1 ч).

Другие составляющие продолжительности рейса определите так:

$$t_n = \frac{M_p}{W_n}, t_z = \frac{L_{cp}}{V_z}, t_x = \frac{L_{cp}}{V_x},$$
 (25)

где W_n — производительность стационарного конвейера (нескольких конвейеров) или насосной установки, которыми навоз подается в транспортный агрегат, кг/ч;

 $L_{\it cp}$ – среднее расстояние транспортирования навоза от животноводческих помещений в хранилище (прифермское или полевое), км;

 v_{e} , v_{x} — скорость движения соответственно с грузом и без груза, км/ч.

Количество рейсов n_p для транспортирования навоза определите по формуле:

$$n_p = \frac{M_{cym}}{M_{H}}. (26)$$

Общая продолжительность работы, рассчитанная на один транспортный агрегат, составит:

$$T_{o\delta u} = n_p \cdot t_p \,. \tag{27}$$

Количество транспортных агрегатов n_{aep} , шт., определите по формуле:

$$n_{azp} = \frac{T_{oбuq}}{T_{cM} \cdot \tau_u}, \tag{28}$$

где T_{cm} — продолжительность рабочей смены, ч; τ_u — коэффициент использования времени смены (τ_u = 0,85…0,90).

2. Жидкий навоз транспортируют в хранилище трубопроводным транспортом, например, с помощью поршневой установки типа УТН-10. Навоз влажностью 78...83 % перемещается по трубам диаметром 315 мм на расстояние до 100 м. Трубопровод прокладывают на глубину ниже уровня промерзания грунта. Применение в качестве подстилки соломы с длиной частиц более 100 мм не допускается. Рабочее давление в навозопроводе составляет около 1,4 МПа. Производительность W, кг/ч, определяется параметрами рабочей камеры и рассчитывается по формуле:

$$W = \frac{3600 \cdot M_{_{_{\mathit{U}}}}}{t_{_{\mathit{U}}}} = \frac{3600 \cdot \pi \cdot D^2 \cdot l \cdot \rho \cdot \varphi_{_{_{3}}}}{4 \cdot t_{_{\mathit{U}}}}, \tag{29}$$
 где $M_{_{_{\mathit{U}}}}$ – масса навоза, перемещаемого поршнем за один рабочий

ход, кг;

 $t_{_{\mathcal{U}}}$ – время, в течение которого поршень совершает рабочий и холостой ход, с;

D – диаметр камеры, м (D = 0,4 м);

l – длина камеры, м (l = 0,63 м);

 $\varphi_{_{3}}$ – коэффициент заполнения камеры навозом ($\varphi_{_{3}}$ = 0,8...0,9).

Предложите график включения стационарных конвейеров, работающих одновременно с УТН-10, и согласуйте с преподавателем.

3. Жидкий навоз транспортируют в хранилище трубопроводным транспортом, например, с помощью сжатого воздуха. Из продувочного котла установки типа УПН-15 бесподстилочный навоз влажностью более 85% под давлением около 0,6 МПа, создаваемым компрессорной станцией, сжатым воздухом, перемещается в хранилище по трубопроводу диаметром d = 0,15...0,20 м на расстояние до 500 м. Трубопровод прокладывают на глубину ниже уровня промерзания грунта.

Потребную производительность установки W_n , м³/ч, рассчитайте по формуле:

$$W_n = \frac{N \cdot m_{_{\mathcal{H}.H}}}{t \cdot \rho},\tag{30}$$

где N – количество коров на ферме, обслуживаемых одной установкой, гол.;

t — продолжительность работы установки в сутки в режиме транспортирования навоза, ч (t = 0, 2...1, 0 ч);

 ρ – плотность жидкого навоза, кг/м³, ρ = 1000...1020 кг/м³.

Вместимость навозосборника (продувочного котла) V_{κ} , м³, рассчитайте по формуле:

$$V_{\kappa} = \frac{N_{\kappa} \cdot m_{_{\mathcal{H}.H}}}{a \cdot k_{o} \cdot \rho},\tag{31}$$

где $N_{_{\!\scriptscriptstyle K}}$ – количество коров, содержащихся в одном коровнике, гол.;

а – кратность удаления навоза в течение суток;

 $k_{_{\scriptscriptstyle O}}$ – кратность опорожнения продувочного котла за один цикл удаления навоза;

 ρ – плотность жидкого навоза, кг/м³ (ρ = 1000...1020 кг/м³).

Как правило, вместимость продувочного котла составляет 3 м³. При необходимости скорректируйте кратность опорожнения продувочного котла.

Расчетную производительность установки W_{ϕ} , м³/ч, определите по формуле:

$$W_{\phi} = \frac{3600 \cdot V_{\kappa}}{t_{u}},\tag{32}$$

где t_u – время, затрачиваемое на один цикл опорожнения продувочного котла, с.

Продолжительность цикла t_u , с, рассчитайте по формуле:

$$t_{u} = t_{3} + t_{mp} + t_{n3}, (33)$$

где $t_{_{_{\! 3}}}$ – продолжительность загрузки продувочного котла, с. $t_{_{\! mp}}$ – продолжительность транспортирования одной порции навоза, с;

 t_{n_3} — продолжительность подготовительно-заключительных операций, с $(t_{n3} = 45...60 \text{ c})$.

Время, затрачиваемое на загрузку и транспортирование, определите по формулам:

$$t_{_{3}} = \frac{V_{_{\kappa}} \cdot \rho}{W}, \ t_{mp} = \frac{L}{V}, \tag{34}$$

где W — производительность загрузочного средства (например, стационарного конвейера), кг/с;

L — расстояние транспортирования навоза от животноводческого помещения до навозохранилища, м;

v – скорость транспортирования навоза, м/с (v = 1...4 м/с).

Длину трубопровода, заполненного навозом (длину пробки) l_{np} , м, определите по формуле:

$$l_{np} = \frac{4 \cdot V_{\kappa}}{\pi \cdot d^2},\tag{35}$$

где d — диаметр навозопровода, м.

Общие потери давления в навозопроводе H_{nom} , Π а, определите по формуле:

$$H_{nom} = H_{_{\mathcal{I}}} + H_{_{\mathcal{M}}} + H_{_{\mathcal{E}}} + H_{_{CB,H}},$$
 (36)

где $H_{_{\scriptscriptstyle \rm J}}$ – линейные потери давления, Па;

 $H_{\underline{M}}^{-}$ – местные потери давления, Π а;

 H_{z}^{m} – геодезические потери давления, Па (зависят от рельефа местности, например, H_{z} = (2...5)·10⁴ Па);

 $H_{_{CB.H}}$ — свободный напор на выходе из навозопровода, Па (например, $H_{_{CB.H}}$ = $3\cdot10^4$ Па).

Линейные потери давления $H_{_{\it n}}$, Па, рассчитайте по формуле:

$$H_{_{n}} = 10^{4} i \cdot l_{_{np}}, \tag{37}$$

где i – гидравлический уклон.

Гидравлический уклон і определите по формуле:

$$i = \frac{\lambda \cdot v^2}{2 \cdot g \cdot d},\tag{38}$$

где λ – коэффициент гидравлического сопротивления (λ = 0,30...0,40); g – ускорение свободного падения, м/с².

Местные потери напора $H_{_{\!\scriptscriptstyle M}}$, Па, определите по формуле:

$$H_{M} = (0,10...0,15) \cdot H_{M}.$$
 (39)

По расчетным потерям давления $H_{\scriptscriptstyle nom}$ выбирают рабочее давление $H_{\kappa,cm}$ компрессорной станции. При этом соблюдается следующее соотношение: $H_{nom} \leq H_{\kappa.cm}$.

Производительность компрессорной станции $Q_{\kappa.cm}$, м³/ч, рассчитайте по формуле:

$$Q_{\kappa.cm} = \frac{3600 \cdot (V_{\kappa} + V_{mp}) \cdot k_{3} \cdot H_{nom}}{t_{u} \cdot H_{amm}}, \tag{40}$$

где $V_{_{mp}}$ — вместимость навозопровода, м³; $k_{_{_{3}}}$ — коэффициент запаса, учитывающий утечки сжатого воздуха ($k_3 = 1,2...1,5$);

 H_{amm} – атмосферное давление, кПа.

Максимальное давление в ресиверах должно быть не более 0,6...0,8 МПа. Дополнительный объем ресиверов V_{pec} , м³, определите по формуле:

$$V_{pec} = \frac{Q_{\kappa.cm} \cdot (t_3 + t_{n3}) \cdot H_{amm}}{3600 \cdot (H_{\kappa.cm} - H_{nom})}.$$
 (41)

Предложите график включения стационарных конвейеров, работающих одновременно с УПН-15, и согласуйте с преподавателем.

5. Расчет площади навозохранилища

Размеры навозохранилища зависят от поголовья и структуры стада, продолжительности стойлового периода, вида получаемого навоза, продолжительности его хранения и принятой технологии переработки. Площадь хранилища S, м², для навоза определите по формуле:

$$S = \frac{N \cdot m_{_{200}}}{h \cdot \rho},\tag{42}$$

где h – высота укладки навоза, м (h = 1,5...2,5 м); ρ – плотность твердого навоза, кг/м³.

На ферме целесообразно предусмотреть два хранилища навоза для того, чтобы их использовать поочередно.

Содержание отчета

В отчете приведите расчеты и вычертите конструктивнотехнологическую схему линии удаления навоза.

Контрольные вопросы

- 1. Какие технологические линии удаления навоза применяют на животноводческих фермах?
- 2. Какие факторы определяют выбор технологического оборудования для удаления навоза?
- 3. В какой последовательности выполняется расчет технологической линии удаления навоза стационарными конвейерами?
- 4. Как определяется количество мобильных тракторных агрегатов для транспортирования навоза в хранилище?

РАБОТА 4

Расчет технологических линий доения коров

Цель работы: изучить методику расчета технологических линий доения коров в стойлах и в доильных залах.

Порядок выполнения работы

- 1. Уточните с преподавателем исходные данные.
- 2. Рассчитайте параметры закона распределения продолжительности доения стада коров, содержащихся на ферме.
- 3. Выполните расчет технологических линий доения коров и сделайте анализ полученных результатов.
- 4. Вычертите организационную схему процесса доения коров с использованием выбранной доильной установки.

1. Исходные данные для расчета

В зависимости от количества коров, способа содержания животных, а также принятой организации машинного доения используют доильные установки различных типов. Так, для доения в стойлах коровников применяют линейные установки типа АД-100Б и АДМ-8А, для доения в доильных залах — установки типа УДА-8А «Тандем», УДА-16А «Елочка», УДА-100А «Карусель».

Разработку технологической линии доения коров начинают с обоснования выбора доильной установки. При этом учитывают способ содержания и продуктивность коров. Например, при привязном содержании и низкой продуктивности (до 3000 кг в год) предпочтительнее выбрать установку со сбором молока в переносные ведра (АД-100Б), а при более высокой продуктивности – установку со сбором молока в молокопровод (АДМ-8А). Если в коровниках предусмотреть стойловое оборудование с автоматической привязью, например, ОСП-26, то может быть применена доильная установка типа «Тандем». На крупных фермах и комплексах с беспривязным боксовым содержанием целесообразно использовать высокопроизводительные установки типа «Елочка» и «Карусель».

Таблица 1 – Исходные данные

			TT	TC 1	П
	П	Γ	Интервал	Коэф-	Показатель
No	Поголовье	Годовой	времени	фициент	индивиду-
варианта	коров,	удой,	между	вариации	альных
1	N, гол.	Q_{200} , кг/гол.	доениями,	разовых	свойств
			<i>t</i> _u , ч	удоев, С	коров, k_t
1	100	6500	7, 6, 11	0,20	1,72,5
2	100	5500	12, 12	0,25	1,82,4
3	200	4500	12, 12	0,25	1,22,4
4	200	3500	12, 12	0,30	1,11,9
5	300	6400	7, 6, 11	0,25	1,02,0
6	300	5400	12, 12	0,20	1,22,4
7	400	4400	12, 12	0,25	1,02,8
8	400	3400	12, 12	0,30	1,22,4
9	500	6300	7, 6, 11	0,25	1,42,2
10	500	5300	12, 12	0,20	1,02,4
11	600	4300	12, 12	0,25	1,22,6
12	600	3300	12, 12	0,30	1,12,5
13	700	6200	7, 6, 11	0,25	1,11,7
14	700	5200	12, 12	0,30	1,12,1
15	800	4200	12, 12	0,25	1,12,8
16	800	3200	12, 12	0,20	1,22,8
17	900	6100	7, 6, 11	0,25	1,22,2
18	900	5100	12, 12	0,30	1,22,4
19	1000	4100	12, 12	0,25	1,02,2
20	1000	3100	12, 12	0,20	1,32,5
21	1100	5000	7, 6, 11	0,25	1,62,2
22	1100	4000	12, 12	0,30	1,62,4
23	1200	3800	12, 12	0,20	1,52,3
24	1200	3600	12, 12	0,30	1,02,0
25	1200	4000	7, 6, 11	0,25	1,22,4

Примечание: 1. Выбор типа доильной установки уточните с преподавателем. 2. Количество коровников для размещения животных примите исходя из вместимости одного здания: 100, 200 и 400 коров.

Коров доят, как правило, два раза в сутки с равными интервалами между доениями. На период раздоя и для высокопродуктивных коров может применяться трехкратное доение. Общая продолжительность разового доения всех коров на ферме обычно

составляет 2–3 часа при двухцикличном трудовом дне операторов доения.

Исходные данные для конкретного расчета могут быть взяты из таблицы 1.

Расчет технологической линии доения коров включает уточнение эксплуатационных показателей и обоснование организационной схемы обслуживания коров при доении.

2. Расчет параметров распределения продолжительности доения коров

Отдельные животные могут иметь значительно отличающиеся продолжительность доения и разовый удой. Вместе с тем для большого поголовья коров эти характеристики стада, как видно из рисунка 1, хорошо описываются законом нормального распределения переменных величин.

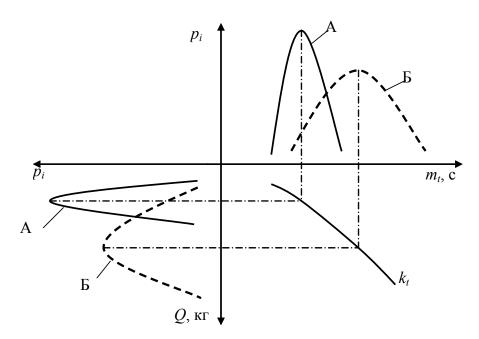


Рисунок 1 — Распределение продолжительности доения и удоя групп коров (А и Б), отличающихся по индивидуальным свойствам молокоотдачи

Определите параметры: среднюю продолжительность доения и среднее квадратическое отклонение продолжительности доения. Их величины зависят от распределения удоя коров

и структуры стада по свойствам молокоотдачи. Продолжительность доения и удой взаимосвязаны. Коэффициентом пропорциональности между ними является показатель индивидуальных свойств молокоотдачи коров k_t . Следовательно, в стаде будут животные, имеющие различные по величине оценки свойств молокоотдачи: от $k_{t \min}$ до $k_{t \max}$. Уменьшение удоя по одной и той же группе коров приводит к сокращению продолжительности доения при неизменном среднем значении показателя $k_{.}$.

Определите среднюю по стаду продолжительность машинного доения коров m_t , с/гол., по формуле:

$$m_t = 60 \cdot k_t \cdot \sqrt{Q} \;, \tag{1}$$

где k_{t} – средний по стаду показатель индивидуальных свойств молокоотдачи;

Q – средний по стаду разовый удой, кг/гол.

По заданным предельным значениям показателя индивидуальных свойств коров рассчитайте среднюю величину $k_{_{t}}$ по формуле:

$$k_{t} = \frac{k_{t \min} + k_{t \max}}{2}.$$

Средний разовый удой Q, кг/гол., с учетом принятой кратности доения коров, определите по формуле:

$$Q = \frac{Q_{coo} \cdot t_u}{24 \cdot t_{\pi}},$$

где $Q_{{\it год}}$ – годовая продуктивность коров, кг/гол.; $t_{\it u}$ – интервал времени между очередными доениями в соответствии с установленным распорядком дня на ферме, ч;

 $t_{_{\!\scriptscriptstyle J}}$ – продолжительность лактации коров, дней ($t_{_{\!\scriptscriptstyle J}}$ = 305 дн.).

Определите среднее квадратическое отклонение продолжительности машинного доения σ_r , с/гол., по формуле:

$$\sigma_{t} = \frac{60 \cdot \left(k_{t \max} \sqrt{Q_{\max}} - k_{t \min} \sqrt{Q_{\min}}\right)}{6}, \qquad (2)$$

где Q_{\min} , Q_{\max} — минимальный и максимальный разовый удой в стаде, кг/гол.

Диапазон изменения разовых удоев определите по формулам:

$$Q_{\max} = Q \cdot (1 + 2 \cdot C),$$

$$Q_{\min} = Q \cdot (1 - 2 \cdot C).$$

где C – коэффициент вариации разовых удоев.

3. Расчет технологической линии доения в стойлах коровников на линейных доильных установках

Количество доильных аппаратов k_{an} , шт., обслуживаемых одним оператором, определите по формуле:

$$k_{an} = \frac{m_t}{t_p} + 1, \qquad (3)$$

где t_p – продолжительность ручных операций, с/гол. (t_p = 180...240 с/гол. при доении в переносные ведра и t_p = 90...150 с/гол. при доении в молокопровод).

Дробное расчетное количество доильных аппаратов округлите до целого числа в меньшую сторону, что позволит оператору не спешить и выполнять операции в соответствии с требованиями Правил машинного доения коров.

На рисунке 2 представлена организационная схема процесса доения, по которой устанавливается последовательность выполнения операций для отдельных коров в пределах группы, закрепленной за оператором доения. Доильным аппаратом с одного места подключения к молочно-вакуумному крану проводят доение двух соседних коров. Период времени, в течение которого происходит их обслуживание, называют циклом. Продолжительность цикла t_u , с, определите двумя способами.

Первый способ состоит в представлении продолжительности цикла как времени, необходимого оператору на выполнение ручных операций по обслуживанию двух коров:

$$t'_{u} = k_{an} \cdot \left[t_{n} + 2 \cdot \left(t_{on} + t_{o3} + t_{np} \right) + t_{om\kappa} + t_{nep} \right]. \tag{4}$$

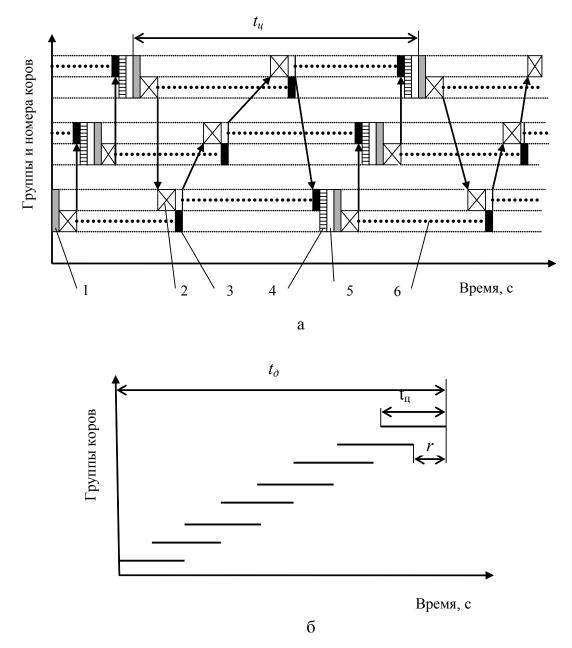


Рисунок 2 — Организационная схема процесса доения коров в стойлах: a — порядок выполнения технологических операций: 1 — подключение аппарата; 2 — подготовительные операции; 3 — заключительные операции; 4 — отключение аппарата; 5 — перенос аппарата; 6 — доение; 6 — график доения групп коров

По второму способу продолжительность цикла определяется с учетом продолжительности доения коров:

$$t_{u}'' = t_{n} + t_{on} + t_{om\kappa} + t_{nep} + 2 \cdot \left(m_{t} + n_{t} \cdot \sigma_{t} + t_{os} + t_{np} \right).$$
 (5)

Наименование и длительность ручных операций, используемых в формулах 4 и 5, приведены в таблице 2. Нормированное отклонение продолжительности доения примите равным $n_t = 0,6...1,5$. Большее значение продолжительности цикла отражает реальные затраты времени, поэтому используйте его в дальнейших расчетах.

Таблица 2 – Продолжительность ручных операций

В секундах на одну корову

11	Обозна-	Доение на установках со сбором молока:		
Наименование операций	чение	в ведро	в молоко- провод	
Подключение доильного аппарата	t_n	2030	1520	
Подготовительные операции	t_{on}	4560	4560	
Заключительные операции	t_{o3}	3040	2035	
Отключение доильного аппарата	$t_{om\kappa}$	1015	1015	
Перенос доильного аппарата	t _{nep}	510	510	
Прочие операции	t_{np}	3540	2530	

Ритм доения коров одним оператором r, c, определите по формуле:

$$r = \frac{t_{u}}{k_{an}}. (6)$$

Расчетное количество дойных коров N_{∂} , гол., обслуживаемых одним оператором за время разового доения стада, рассчитайте по формуле:

$$N_{\partial} = A \cdot n_{zp} \,, \tag{7}$$

где A — количество коров в группе, выдаиваемых доильным аппаратом с одного места подключения (A = 2);

 $n_{_{2p}}$ — число групп по A коров, обслуживаемых одним оператором. Количество групп коров $n_{_{2p}}$, шт, определите по следующей формуле:

$$n_{2p} = \frac{3600 \cdot t_{o} - t_{u} + r}{r},\tag{8}$$

где t_{o} — длительность разового доения всех коров на ферме, ч $(t_{o} = 2,0...2,5 \text{ ч}).$

Расчетная нагрузка коров на одного оператора N_o , гол., составит:

$$N_o = N_o \cdot \eta \,, \tag{9}$$

где η — коэффициент, учитывающий увеличение численности группы за счет коров сухостойных и в родильном отделении фермы (η = 1,15...1,20).

Примерная норма нагрузки на одного оператора, как правило, составляет 25 и 50 коров соответственно при доении в ведро и в молокопровод.

Тогда число операторов n_o , чел., необходимое для обслуживания всего поголовья коров на ферме, найдите по формуле:

$$n_o = \frac{N}{N_o} \,. \tag{10}$$

Производительность труда оператора W_o , коров в час, определите по формуле:

$$W_o = \frac{N_o}{t_o} \,. \tag{11}$$

Количество доильных установок для фермы определите исходя из выбранного варианта комплектации (на 100 коров – АД-100Б или на 100 и 200 коров – АДМ-8А) с учетом принятой вместимости коровников. Начертите схему плана расположения коровников и разместите в них доильные установки.

Общую производительность линии доения W, коров в час, рассчитайте по формуле:

$$W = W_o \cdot n_o. \tag{12}$$

Необходимое количество доильных аппаратов по ферме k, шт., определите по формуле:

$$k = k_{an} \cdot n_o \,. \tag{13}$$

4. Расчет технологической линии доения коров в доильном зале на установках типа «Елочка»

Количество доильных аппаратов, обслуживаемых одним оператором, зависит от степени механизации и автоматизации доильной установки, что обусловливает длительность ручных операций. Количество доильных аппаратов k_{an} , шт., определите по формуле 3 и округлите до целого числа. Продолжительность ручных операций примите для неавтоматизированной установки $t_p = 80...90$ с/гол., для автоматизированной установки $t_p = 50...60$ с/гол.

Примите число мест в групповом станке и на установке, ориентируясь на следующие примеры:

- 1). Пусть $k_{an}=4$, установка неавтоматизированная. Количество мест A в групповом станке равно числу доильных аппаратов, т.е. A=4. Тогда на установке всего 8 мест (2×4), на которой будут работать два оператора. Организационная схема обслуживания коров представлена на рисунке 3а.
- 2) Пусть $k_{an} = 6$, установка автоматизированная. Количество мест A в групповом станке равно числу доильных аппаратов, т.е. A = 6. Тогда на установке всего 12 мест (2×6), на которой будет работать один оператор. Организационная схема обслуживания коров по этому варианту представлена на рисунке 36.

В случае доения на неавтоматизированной установке продолжительность цикла t_{u} , с, определите по формулам:

$$t'_{u} = n_{c} \cdot (t_{en} + t_{ebin}) + k_{an} \cdot (t_{on} + t_{o3} + t_{np}), \qquad (14)$$

$$t''_{u} = t_{en} + t_{eun} + 0, 5 \cdot k_{an} \cdot (t_{on} + t_{np}) + m_{t} + n_{t} \cdot \sigma_{t} + t_{os}, \quad (15)$$

где n_{t} — нормированное отклонение продолжительности доения $(n_{t}=0,6...1,1);$

 n_{c} – количество групповых станков на установке (n_{c} = 2).

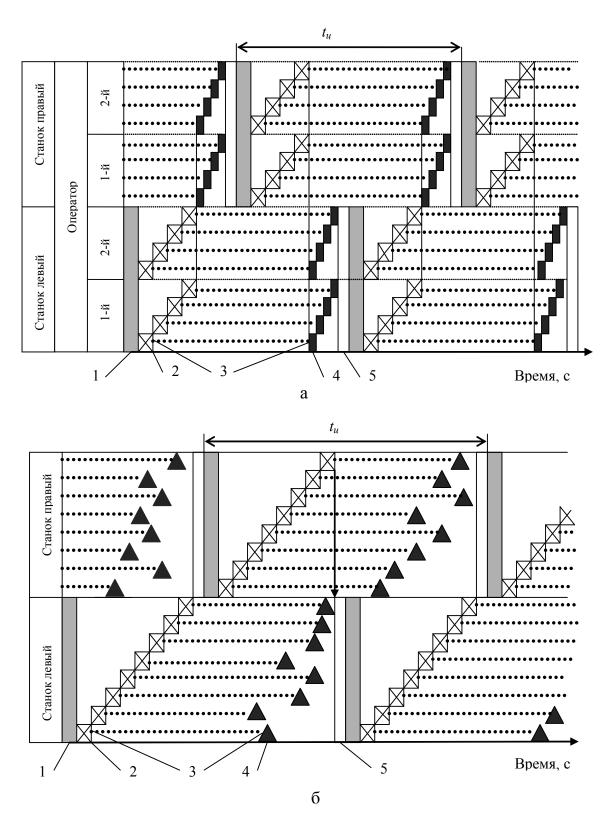


Рисунок 3 — Организационные схемы доения коров на установках «Елочка»: а — без автоматизации заключительных операций; б — с автоматизацией заключительных операций: 1 — впуск группы коров в станок; 2 — подготовительные операции; 3 — доение; 4 — заключительные операции; 5 — выпуск группы коров из станка

Таблица 3 – Продолжительность операций при доении коров на установках типа «Елочка»

В секундах

		Число мест в групповом			
Наименование операций	Обозначение	станке (на установке)			
		4 (2×4)	6 (2×6)	8 (2×8)	
Впуск коров в станок	$t_{_{\it en}}$	16	27	40	
Выпуск коров из станка	$t_{e \omega n}$	12	21	32	

Примечания.

- 1. При доении на неавтоматизированных установках: подготовительные операции $t_{on}=45...60$ с/гол., заключительные операции $t_{os}=30...35$ с/гол., прочие операции $t_{np}=5...15$ с/гол.
- 2. При доении на автоматизированных установках: подготовительные операции $t_{on}=45\dots60$ с/гол., заключительные операции, выполняемые манипулятором, $t_{os}^*=30\dots35$ с/гол., прочие операции $t_{np}=5\dots15$ с/гол.

В случае доения на установке с автоматизацией заключительных операций продолжительность цикла t_{u} , с, определите по формулам:

$$t'_{u} = n_{c} \cdot \left[t_{en} + t_{esin} + k_{an} \cdot (t_{on} + t_{np}) \right], \tag{16}$$

$$t_{u}'' = t_{en} + k_{an} \cdot (t_{on} + t_{np}) + m_{t} + n_{t} \cdot \sigma_{t} + t_{o3}^{*} + t_{eun}.$$
 (17)

В последующих расчетах используйте большее из полученных значений продолжительности цикла.

Ритм r, с, доения групп коров (по A коров в каждой группе) вычислите по формуле:

$$r = \frac{t_u}{n_c} \,. \tag{18}$$

Количество коров N_{∂} , гол., которое может быть обслужено на одной доильной установке за время разового доения стада, определите по формуле:

$$N_{\partial} = A \cdot n_{zp} \,, \tag{19}$$

где $n_{_{\it 2D}}$ – число групп по A коров.

Число групп коров $n_{_{\it cp}}$ вычислите по формуле:

$$n_{p} = \frac{3600 \cdot t_{o} - t_{u} + r}{r}, \tag{20}$$

где t_{δ} — длительность разового доения всех коров на ферме (t_{δ} = 3,0...3,5 ч).

Производительность доильной установки W_y , коров в час, рассчитайте по формуле:

$$W_{y} = \frac{3600 \cdot A \cdot n_{c}}{t_{u}}.$$
 (21)

Учитывая, что на неавтоматизированной установке работают два оператора, а на автоматизированной — один оператор, производительность в расчете на оператора W_o , коров в час, составит соответственно $W_o = 0.5 \cdot W_v$ и $W_o = W_y$.

Необходимое количество доильных установок n_y , шт, на все стадо коров вычислите по формуле:

$$n_{y} = \frac{N \cdot \alpha}{N_{\phi}}$$
 или $n = \frac{N \cdot \alpha}{t_{\phi} \cdot W_{y}}$, (22)

где α — коэффициент, учитывающий долю дойных коров в стаде (α = 0,85).

Число доильных установок округлите до целого и уточните продолжительность разового доения.

Ритм $r_{_{3}}$, с, работы доильного зала, оснащенного несколькими доильными установками, рассчитайте по формуле:

$$r_{_{3}} = \frac{t_{_{\mathcal{U}}}}{n_{_{\mathcal{C}}} \cdot n_{_{\mathcal{V}}}}.\tag{23}$$

Общую пропускную способность доильного зала определите по формуле:

$$W_{_3} = W_{_{_{\mathcal{Y}}}} \cdot n_{_{_{\mathcal{Y}}}}. \tag{24}$$

Необходимое число операторов машинного доения определите по числу доильных установок с учетом выбранного варианта исполнения установки и организации обслуживания коров.

5. Расчет технологической линии доения коров в доильном зале на установках типа «Тандем»

Количество доильных аппаратов, обслуживаемых одним оператором k_{an} , шт., определите по формуле 3 и округлите до целого числа. Продолжительность ручных операций t_p примите равной для неавтоматизированных установок 120 с/гол., для автоматизированных установок — 60 с/гол.

На рисунке 4 дано графическое представление процесса индивидуального обслуживания коров в станках. Продолжительность цикла доения в одном станке определите двумя способами: с учетом продолжительности ручных операций t_{u}' и с учетом продолжительности машинного доения коров t_{u}'' . Примерная продолжительность выполняемых операций приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Продолжительность операций при доении на установках типа «Тандем»

В секундах на одну корову

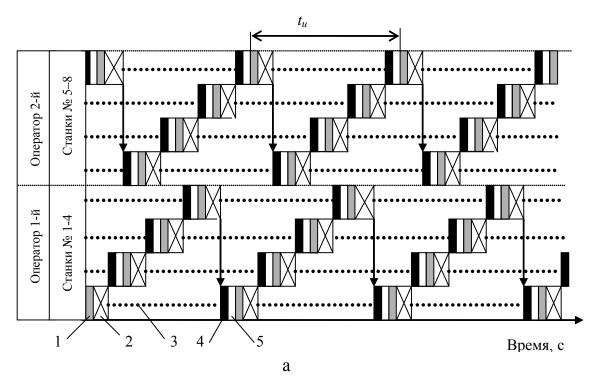
	Обозна-	Доильная установка		
Наименование операций		неавтоматизи-	автоматизи-	
	чение	рованная	рованная	
Впуск коровы в станок	$t_{_{\it en}}$	58	58	
Подготовительные операции	t_{on}	4560	4560	
Заключительные операции	t _{o3}	3040	_	
Выпуск коров из станка	$t_{_{661}n}$	58	58	
Прочие операции	t_{np}	515	515	

В случае применения неавтоматизированной установки продолжительность цикла t_u , с, рассчитайте по формулам:

$$t'_{u} = k_{an} \cdot (t_{en} + t_{ebin} + t_{on} + t_{o3} + t_{np}), \tag{25}$$

$$t''_{u} = t_{en} + t_{on} + m_{t} + n_{t} \cdot \sigma_{t} + t_{o3} + t_{eun}, \qquad (26)$$

где n_t — нормированное отклонение продолжительности доения $(n_t = 0, 6...1, 1)$.



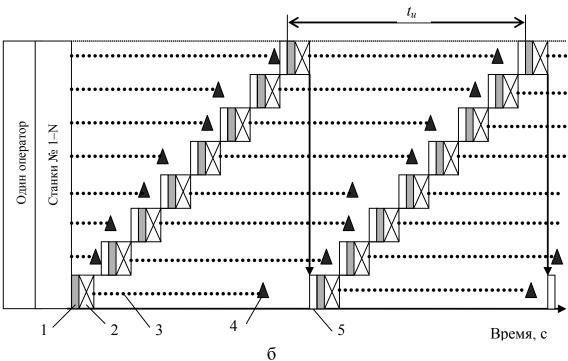


Рисунок 4 – Организационные схемы доения коров на установках «Тандем»:

а — без автоматизации заключительных операций; б — с автоматизацией заключительных операций: 1 — впуск группы коров в станок; 2 — подготовительные операции; 3 — доение; 4 — заключительные операции; 5 — выпуск группы коров из станка

В случае применения автоматизированной установки продолжительность цикла $t_{_{\!u^{\!\prime}}}$ с, определите по формулам:

$$t'_{u} = k_{an} \cdot (t_{en} + t_{on} + t_{eun} + t_{np}), \qquad (27)$$

$$t''_{u} = t_{en} + t_{on} + m_{t} + n_{t} \cdot \sigma_{t} + t^{M}_{o3} + t_{eun},$$
 (28)

где t_{o3}^{M} — продолжительность заключительных операций, выполняемых манипулятором, с/гол. (t_{o3}^{M} = 30...35 с/гол.).

В последующих расчетах используйте большее из полученных значений продолжительности цикла.

Ритм r, с, доения коров на установке с индивидуальными станками определите по формуле:

$$r = \frac{t_u}{n_c},\tag{29}$$

где n_c — количество станков на установке, шт. (для неавтоматизированных установок $n_c = 2k_{an}$ — на двух операторов, для автоматизированных установок $n_c = k_{an}$ — на одного оператора).

Производительность доильной установки W_y , коров в час, рассчитайте по формуле:

$$W_{y} = \frac{3600 \cdot n_{c}}{t_{u}} \,. \tag{30}$$

Количество дойных коров N_{∂} , гол., выдаиваемых на одной установке за время разового доения стада, рассчитайте по формуле:

$$N_{\partial} = \frac{3600 \cdot t_{\partial} - t_{\mu} + r}{r},\tag{31}$$

где $t_{_{\partial}}$ — длительность разового доения всех коров на ферме $(t_{_{\partial}}=2,0\dots3,5$ ч).

Последующие расчеты выполните по формулам 22, 23, 24.

6. Расчет технологической линии доения коров в доильном зале на установках типа «Карусель»

Методика расчета эксплуатационных показателей изложена применительно к неавтоматизированным конвейерным доильным установкам².

Необходимую часовую производительность доильной установки W_{μ} , коров в час, рассчитайте по формуле:

$$W_{H} = \frac{N \cdot \alpha}{t_{o}}, \tag{32}$$

где α – коэффициент, учитывающий долю дойных коров в структуре стада (α = 0,85);

 $t_{_{\partial}}$ — длительность разового доения всех коров на ферме $(t_{_{\partial}}=3,0\dots6,0$ ч).

Количество станков n_c , шт., на установке, необходимое для обеспечения заданной производительности, рассчитайте по формуле:

$$n_c = \frac{1, 1 \cdot W_{_H} \cdot (t_{_{R3}} + m_t + n_t \cdot \sigma_t)}{3600} + n_{_{CB}}, \qquad (33)$$

где t_{n_3} — продолжительность подготовительно-заключительных операций, с/гол. ($t_{n_3}=30...60$ с/гол.);

 n_{t} — нормированное отклонение продолжительности доения $(n_{t}=0,6\dots 1,1);$

 n_{cs} — число станков на конвейере, свободных от коров, в зоне входа-выхода, шт. (n_{cs} = 2 при n_c = 20, n_{cs} = 6 при n_c = 40).

Полученное количество станков округлите до ближайшего четного целого числа. Как правило, на ферме применяется одна доильная установка. Уточните расчетную производительность доильной установки W_n , коров в час, по формуле:

$$W_{p} = \frac{3600 \cdot (n_{c} - n_{cs})}{1, 1 \cdot (t_{ns} + m_{t} + n_{t} \cdot \sigma_{t})}.$$
 (34)

Уточните продолжительность доения коров на ферме t_{∂} , ч, по формуле:

 $^{^2}$ Методика расчета разработана кандидатом технических наук, доцентом кафедры ТМЖ Палецковым Е.Н.

$$t_{\partial} = \frac{N \cdot \alpha}{W_{D} \cdot n_{v}}, \tag{35}$$

где n_y — количество доильных установок на ферме. Ритм доения коров r, с, рассчитайте по формуле:

$$r = \frac{3600}{W_p} \,. \tag{36}$$

Необходимое количество операторов n_o , работающих на одной установке, определите по формуле:

$$n_o = \frac{t_{n3}}{r} \,. \tag{37}$$

Производительность труда одного оператора W_{o} , коров в час, рассчитайте по формуле:

$$W_o = \frac{W_p}{n_o}. (38)$$

Содержание отчета

В отчете приведите выполненные расчеты и схемы по заданной преподавателем технологической линии доения коров.

Контрольные вопросы

- 1. Какие доильные установки применяют на молочных фермах и комплексах?
- 2. Для чего необходимо определять параметры распределения продолжительности доения коров?
- 3. В какой последовательности выполняют операции при доении коров на установках различных типов?
- 4. Что характеризуют такие параметры, как продолжительность цикла и ритм доения коров?
- 5. Как рассчитывают количество доильных установок для фермы определенного размера?

РАБОТА 5

Расчет технологических линий первичной обработки молока

Цель работы: изучить методику расчета технологических линий первичной обработки молока в условиях прифермских молочных.

Порядок выполнения работы

- 1. Уточните с преподавателем исходные данные.
- 2. Выполните расчет технологической линии первичной обработки молока и сделайте анализ полученных результатов.
 - 3. Подберите соответствующее технологическое оборудование.
- 4. Вычертите конструктивно-технологическую схему линии первичной обработки молока и график изменения температур молока и воды.

1. Исходные данные для расчета

Первичная обработка молока на ферме предусматривает выполнение следующих операций: прием и учет, временное хранение, охлаждение, пастеризацию (на случай эпизоотии) и хранение молока до отправки на молочный завод. Целесообразно проводить первичную обработку молока в едином потоке с доением коров. Это сократит время от момента получения до начала хранения молока, что обеспечит его высокое качество в соответствии с требованиями Государственного стандарта и Технического регламента. Коров доят 2 или 3 раза в сутки. Продолжительность разового доения всех коров на ферме обычно составляет 2—3 часа. Эти данные согласуются с условиями, принятыми при расчете технологической линии доения коров. Другие исходные данные для конкретного расчета могут быть взяты из таблицы 1.

Таблица 1 – Исходные данные для расчета

			Те	мпература,	°C
№ вари- анта	Поголовье коров N , гол.	Годовой удой $Q_{{}_{{\it rod}}}$, кг/гол.	молока, начальная t_1	молока, пастери- зованного t_3	горячей воды, начальная $t_{_{\it 2.6}}$
1	100	6500	30	7074	7578
2	100	5500	22	9094	9498
3	200	4500	25	7074	7479
4	200	3500	32	7074	7579
5	300	6400	18	9094	9598
6	300	5400	20	7074	7376
7	400	4400	27	9094	9396
8	400	3400	25	7074	7477
9	500	6300	32	7074	7479
10	500	5300	18	9094	9497
11	600	4300	30	7074	7375
12	600	3300	22	9094	9395
13	700	6200	25	9094	9397
14	700	5200	32	7074	7378
15	800	4200	18	9094	9496
16	800	3200	20	7074	7476
17	900	6100	27	9094	9397
18	900	5100	25	9094	9497
19	1000	4100	32	7074	7378
20	1000	3100	18	9094	9398
21	1100	5000	30	7074	7476
22	1100	4000	22	9094	9297
23	1200	3800	25	9094	9396
24	1200	3600	32	7074	7378
25	1200	4000	18	9094	9297

2. Обоснование производительности линии первичной обработки молока

Выбор производительности линии первичной обработки молока зависит от производительности линии доения M_{ϱ} , кг/ч, которую определите по следующей формуле:

$$M_{\partial} = \frac{N \cdot Q_{zo\partial} \cdot \alpha \cdot \varepsilon \cdot \eta}{t_{\partial} \cdot T_{\pi}}, \tag{1}$$

где N – поголовье коров на ферме, гол.;

 $Q_{_{\it 200}}$ — годовой удой, кг/гол.; α — коэффициент, учитывающий возможное увеличение количества молока в сравнении со среднемесячным надоем $(\alpha = 1, 2...1, 3);$

 ε – доля максимального разового удоя в суточном надое молока (ε = 0,6 при 2-кратной дойке и ε = 0,4 при 3-кратной дойке);

 η – доля дойных коров в стаде (η = 0,85);

 $t_{_{\partial}}$ — длительность разового доения коров на ферме, ч $(t_{_{\partial}}=2,0...3,0$ ч);

 T_{n} – продолжительность лактации коровы, дн. (T_{n} = 305 дн.).

Рассчитайте объемную производительность линии доения V_{α} , л/ч, по формуле:

$$V_{\partial} = \frac{1000 \cdot M_{\partial}}{\rho_{M}}, \tag{2}$$

где $\rho_{_{\scriptscriptstyle M}}$ – плотность молока, кг/м³.

Необходимые для расчетов сведения о физических свойствах молока и воды, ориентировочных значениях коэффициентов теплопередачи и характеристике молочного оборудования приведены в таблицах 2, 3 и 4 соответственно.

Разработка технологической линии первичной обработки молока включает обоснование технологической схемы и выбор необходимого оборудования. Составьте перечень операций технологического процесса. Обработка молока может быть реализована, например, по следующей технологической схеме: поступление молока из коровника или доильного зала по молокопроводу в воздухоразделитель - подача насосом через фильтр в молокоприемный резервуар – подача насосом через пастеризационно-охладительную установку в резервуар-термос на хранение. Охлаждение молока необходимо производить на ферме не позднее чем через час после доения до температуры не выше $4\,^{\rm o}{\rm C}$.

Таблица 2 – Физические свойства молока и воды

	Свойст	тва молока	Свойства воды		
Температура, ⁰ С	Плотность, $\rho_{_{M}}$, $\kappa \Gamma/M^3$	Удельная теплоемкость C_{M} , Дж/(кг. 0 С)	Плотность, $\rho_{_{\it g}}$, кг/м 3	Удельная теплоемкость $C_{_{\theta}}$, Дж/(кг. $^{\circ}$ С)	
0			999,8	4237	
5	1033,3	3873	999,7	4225	
10	1032,3	3894	999,6	4212	
15	1030,8	3907	998,9	4208	
20	1029,3	3911	998,2	4204	
25	1027,3	3915	996,9	4204	
30	1025,3	3919	995,6	4200	
35	1023,2	3923	993,9	4200	
40	1021,0	3932	992,2	4200	
45	1018,8	3911	990,1	4200	
50	1016,6	3894	988,0	4200	
55	1014,0	3873	985,6	4200	
60	1011,4	3852	983,2	4204	
65	1008,7	3852	980,5	4208	
70	1006,0	3852	977,7	4213	
75	1003,0	3852	974,8	4213	
80	999,6	3852	971,8	4216	
85	996,0	3852	968,5	4220	
90	993,0	3852	965,3	4225	
95	990,0	3852	961,8	4225	
100	987,0	3852	958,3	4229	

Процессы доения и первичной обработки молока могут осуществляться одновременно или с небольшим разрывом во времени. Оборудование молочных отделений ферм обычно комплектуется в линии с производительностью $M_{oб.M}$, равной 1000 (0,28), 3000 (0,83), 5000 (1,39) л/ч (кг/с). Из этого ряда выберите значение, соответствующее производительности линии доения, и в последующих расчетах применяйте $M_{oб.M}$, выраженное в кг/с.

3. Расчет вместимости молокоприемного резервуара

Производительности оборудования технологических линий доения и первичной обработки молока обычно не совпадают. Для их согласования в технологическую линию первичной обработки молока включают приемный бак. Его вместимость определите графоаналитическим методом. Для этого постройте интегральные прямые поступления и расхода молока по образцу, представленному на рисунке 1.

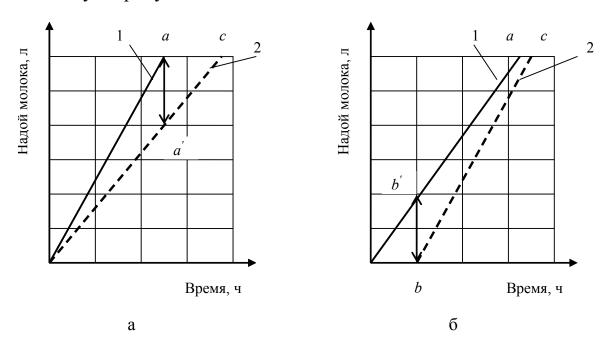


Рисунок 1 — Варианты графиков поступления молока из доильных установок и на обработку:

1 — поступление молока из доильных установок; 2 — поступление молока на обработку: а — $M_{_{O}} > M_{_{O}}$, $aa' = V_{_{pacy}}$; б — $M_{_{O}} < M_{_{O}}$, $bb' = V_{_{pacy}}$

Если $M_{\scriptscriptstyle \partial} > M_{\scriptscriptstyle oб. M}$, то излишки молока накапливаются в приемном баке и обработка молока будет длительнее доения коров. С учетом неравномерности поступления молока из доильных установок начало обработки молока сдвигают, например, на 0,25 часа после начала доения.

Если $M_{_{\partial}} < M_{_{oб, M}}$, то молоко накапливается в приемном баке до пуска его на обработку. При этом разница окончания доения коров и обработки молока должна составить, например, 0,25 часа.

Расчетную вместимость молокоприемного резервуара $V_{\it pacu}$, л, определите по графику путем замера ординаты $\it aa''$ в конце доения или $\it bb''$ в начале обработки молока и умножения на масштаб рисунка.

Рабочую вместимость V_{pa6} , π , определите по формуле:

$$V_{pa\delta} = 1,25 \cdot V_{pacu}, \qquad (3)$$

где 1,25 – коэффициент, учитывающий неравномерность поступления молока.

4. Тепловые расчеты охладительно-пастеризационных установок

Аппараты для механической и тепловой обработки молока выберите и согласуйте по часовой производительности. Их следует проверить по тепловым характеристикам применительно к конкретным условиям проектируемой технологической линии. Наиболее эффективными являются пластинчатые аппараты. Проведите поверочный тепловой балансовый расчет пластинчатых рекуператоров, пастеризаторов и охладителей. Характер изменения температуры молока представлен на рисунке 2. По рисунку 3 проследите последовательность прохождения молока по выбранной молочной линии.

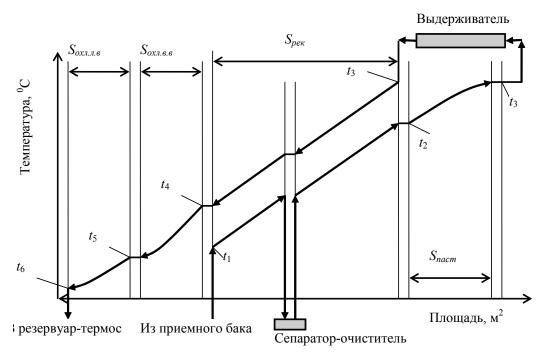


Рисунок 2 – График изменения температуры молока

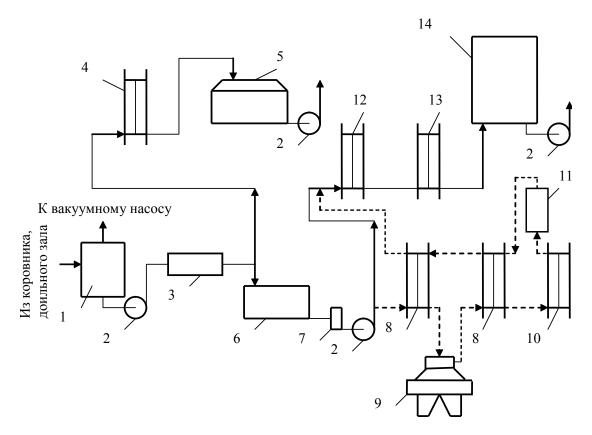


Рисунок 3 — Конструктивно-технологические схемы линии обработки молока:

1 — воздухоразделитель; 2 — насос; 3 — фильтр; 4 — охладитель в составе доильной установки; 5 — резервуар-охладитель; 6 — приемный бак; 7 — уравнительный бак; 8 — секции рекуперации; 9 — сепаратор-очиститель; 10 — секция пастеризации; 11 — выдерживатель; 12, 13 — секции охлаждения; 14 — резервуар-термос

Сырое молоко подают насосом в секцию рекуперации пластинчатой установки, где происходит возврат теплоты от горячего пастеризованного молока к холодному. Разность температур между пастеризованным и сырым молоком Δt_{pek} , 0 C, определите по формуле:

$$\Delta t_{pek} = (1 - E) \cdot (t_3 - t_1), \qquad (4)$$

где E — коэффициент рекуперации, характеризующий долю возвращенной теплоты в рекуператоре (E = 0,80...0,85);

 t_1 – начальная температура сырого молока, 0 С;

 t_3^1 – температура пастеризации, 0 С.

В рекуператоре холодное молоко подогревается до температуры t_2 , 0 C:

$$t_2 = t_3 - \Delta t_{pe\kappa} \,. \tag{5}$$

Горячее пастеризованное молоко, в свою очередь, охлаждается до температуры t_4 , ⁰C:

$$t_4 = t_1 + \Delta t_{pe\kappa} \,. \tag{6}$$

Площадь рабочей поверхности рекуператора $S_{pe\kappa}$, \mathbf{M}^2 , определите по формуле:

$$S_{pe\kappa} = \frac{M_{oб.M} \cdot C_{M} \cdot (t_{3} - t_{1} - \Delta t_{pe\kappa})}{K_{pe\kappa} \cdot \Delta t_{pe\kappa}}, \tag{7}$$

Рекуператор разделен на две секции. Из первой секции подогретое молоко отводится в сепаратор-очиститель. После очистки молоко поступает во вторую секцию рекуперации, а затем переходит в секцию пастеризации, где в качестве теплоносителя применяют горячую воду с температурой t_{2s} .

Температуру горячей воды $t_{z,e}''$, 0 С, выходящей из секции пастеризации, рассчитайте по формуле:

$$t_{z.s}'' = t_{z.s} - \left(\frac{C_{M}}{C_{z.s} \cdot n}\right) \cdot (t_3 - t_2), \qquad (8)$$

где $C_{_{\it 2.6}}$ – теплоемкость горячей воды, Дж/(кг. $^{\it 0}$ С);

n – кратность расхода теплоносителя (n = 3...8).

Площадь рабочей поверхности секции пастеризации S_{nacm} , M^2 , определите по формуле:

$$S_{nacm} = 2,3 \cdot \left(\frac{M_{o\delta.m} \cdot C_{M}}{K_{nacm}}\right) \cdot \lg\left(\frac{t_{z.6} - t_{2}}{t_{z.6} - t_{3}}\right), \tag{9}$$

где K_{nacm} — коэффициент теплопередачи для пластинчатого пастеризатора, $B_T/(M^{2.0}C)$.

Таблица 3 — Ориентировочные значения коэффициентов теплопередачи

 $BT/(M^{2.0}C)$

Vonopug mannaa fiyaya	Коэффициент			
Условия теплообмена	теплопередачи			
Охлаждение молока				
Во флягах и ваннах	120180			
В ваннах с мешалкой	480600			
В оросительном охладителе:				
для секций водяного охлаждения	12001450			
для секций охлаждения ледяной водой	8401100			
В пластинчатом охладителе:				
для секций водяного охлаждения	18002400			
для секций охлаждения ледяной водой	14001800			
В трубчатом охладителе:				
для секции водяной охлаждения	12001400			
для секции охлаждения ледяной водой	8401100			
Нагревание молока				
В ваннах длительной пастеризации при работе				
мешалок	250350			
В оросительном рекуператоре	11001400			
В пластинчатом рекуператоре	24003000			
В пластинчатом пастеризаторе	30003600			
В трубчатом пастеризаторе	14601800			
В пастеризаторе с вытеснительным барабаном	24003600			

Выходящая вода возвращается на подогрев, а затем насосом снова подается в секцию пастеризации.

Средний температурный напор Δt_{cp} , 0 С, рассчитайте по формуле:

$$\Delta t_{cp} = \frac{\left(t_{z.s}'' - t_2\right) - \left(t_{z.s} - t_3\right)}{2, 3 \cdot \lg\left(\frac{t_{z.s}'' - t_2}{t_{z.s} - t_3}\right)}.$$
(10)

Молоко из секции пастеризации поступает в выдерживатель, а затем в секцию рекуперации, где охлаждается встречным потоком холодного молока до температуры t_4 . Далее охлаждение

пастеризованного молока производится последовательно в секциях охлаждения водопроводной и ледяной водой. Начальную температуру водопроводной воды примите равной $t_{e,e} = 8...12$ °C. В пластинчатых охладителях при кратности расхода воды $n_{e,e} = 3...4$ разность между конечной температурой молока и начальной температурой воды не превышает $\Delta t_{e,e} = 3$ °C. При этих условиях температура молока на выходе из секции водопроводного охлаждения составит t_5 и определится по формуле:

$$t_5 = t_{e,e} + \Delta t_{e,e} \,. \tag{11}$$

Температуру отепленной воды, выходящей из охладителя, определите по формуле:

$$t_{6.6}'' = t_{6.6} + \left(\frac{C_{M}}{C_{6.6} \cdot n_{6.6}}\right) \cdot (t_4 - t_5),$$
 (12)

где $C_{_{M}}$, $C_{_{6.8}}$ — теплоемкости молока и водопроводной воды при средних температурах этих жидкостей, Дж/(кг. 0 С), определяемые по формулам:

$$t_{cp.M} = \frac{t_4 + t_5}{2}, \ t_{cp.e.e} = \frac{t_{e.e} + t''_{e.e}}{2}.$$

Средний температурный напор $\Delta t_{cp.в.в}$, 0 С, для секции охлаждения водопроводной водой рассчитайте по формуле:

$$\Delta t_{cp.s.s} = \frac{(t_4 - t''_{s.s}) - (t_5 - t_{s.s})}{2, 3 \cdot \lg\left(\frac{t_4 - t''_{s.s}}{t_5 - t_{s.s}}\right)}.$$
 (13)

Площадь рабочей поверхности охладителя $S_{_{oxn.s.s}}$, м 2 (секция охлаждения водопроводной водой) определите по формуле:

$$S_{ox_{7.6.6}} = \frac{n_{e.e} \cdot C_{e.e}}{n_{e.e} \cdot C_{e.e} - C_{M}} \cdot \frac{M_{oo_{M}} \cdot C_{M}}{K_{ox_{7.6.6}}} \cdot \frac{1}{K_{ox_{7.6.6}}} \cdot \frac{1}{K_{ox_7.6}} \cdot \frac{1}{K_{ox_7.6}}$$

где $C_{_{e.e}}$, $C_{_{\scriptscriptstyle M}}$ – теплоемкость водопроводной воды и молока соответственно, Дж/(кг. $^{\scriptscriptstyle 0}$ С);

 $K_{oxn.e.e}$ — коэффициент теплопередачи для пластинчатого охладителя, $BT/(M^{2.0}C)$.

Окончательное охлаждение молока до температуры $t_6 = 2...4$ °C проводят во второй секции охлаждения ледяной водой. Начальная температура ледяной воды $t_{n,6} = 0...1$ °C.

Средние температуры жидкостей определите по следующим формулам:

$$t_{cp.m} = \frac{t_5 + t_6}{2}, \ t_{cp.n.s} = \frac{t_{n.s} + t''_{n.s}}{2}.$$

Этим температурам жидкостей соответствуют средние теплоемкости $C_{_{\mathit{л.в}}}$, $C_{_{\mathit{м}}}$. Кратность расхода ледяной воды $n_{_{\mathit{л.в}}}=3\ldots4$. Расчетную конечную температуру ледяной воды определите

по формуле:

Средний температурный напор для секции охлаждения ледяной водой:

$$\Delta t_{cp.n.s} = \frac{(t_5 - t_{n.s}'') - (t_6 - t_{n.s})}{2, 3 \cdot \lg\left(\frac{t_5 - t_{n.s}''}{t_6 - t_{n.s}}\right)}.$$
 (16)

Рабочую площадь поверхности секции охлаждения ледяной водой рассчитайте по формуле 14. При этом значения $C_{_{\mathit{I\!\!I}}}$, $C_{_{\mathit{M}}}$ примите в соответствии с температурами этих жидкостей, а также используйте соответствующие значения $K_{oxn.e.e}$, $\Delta t_{n.e}$, $n_{n.e.}$

Определите суммарную расчетную площадь поверхности пастеризационно-охладительной установки.

При установившемся режиме работы теплообменного аппарата должно соблюдаться следующее состояние теплового баланса (Вт):

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = Q_4 + Q_5 + Q_6 + Q_2, (17)$$

где Q_1 – теплота, внесенная в аппарат входящим молоком;

$$Q_1 = M_{o6} \cdot C_{M} \cdot t_1;$$

 $Q_{\scriptscriptstyle 2}$ – теплота, циркулирующая в аппарате в секции рекуперации;

$$Q_2 = M_{o \delta, M} \cdot C_M \cdot (t_2 - t_1) = M_{o \delta, M} \cdot C_M \cdot (t_3 - t_4);$$

 $Q_{_{\! 3}}$ – теплота, внесенная в аппарат горячей водой;

$$Q_3 = M_{o\delta.M} \cdot C_{\scriptscriptstyle M} \cdot (t_3 - t_2);$$

 $Q_{\scriptscriptstyle 4}$ – теплота, унесенная из аппарата водопроводной водой;

$$Q_4 = M_{o6} \cdot C_{\scriptscriptstyle M} \cdot (t_4 - t_5);$$

 $Q_{\rm 5}$ – теплота, унесенная из аппарата ледяной водой;

$$Q_5 = M_{o\delta,M} \cdot C_M \cdot (t_5 - t_6);$$

 $Q_{\rm 6}$ – теплота, унесенная охлажденным молоком;

$$Q_6 = M_{o\delta,M} \cdot C_M \cdot t_6$$
.

Потери холода примите равными 10% от его расхода на охлаждение молока. Рабочую холодопроизводительность водоохлаждающих установок $Q_{p.x}$, Вт, определите как сумму расхода холода на охлаждение молока и потерь холода по формуле:

$$Q_{p.x} = Q_5 + \Delta Q = 1, 1 \cdot Q_5. \tag{18}$$

По справочным данным выберите соответствующую установку.

Суточный надой молока на ферме рассчитайте по формуле:

$$M_{cym} = \frac{N \cdot Q_{coo} \cdot \alpha \cdot \eta}{T_{\pi} \cdot \rho_{M}}.$$
 (19)

Определите вместимость молочных резервуаров для хранения молока. При однократном вывозе молока в течение суток — $M_{_{pes}} \geq M_{_{cym}}$, а при двукратном — $M_{_{pes}} \geq 0,5 M_{_{cym}}$.

Полученные значения температур жидкостей, расхода молока и воды, холода и теплоты покажите на конструктивнотехнологической схеме и температурном графике.

Таблица 4 – Характеристика молочного оборудования

Наименование, марка		Производи- тельность	Мощ- ность, кВт	Примечание
Воли можения	СМИ-500Э	до 6000 л/ч	_	Пределы взвешивания от 25 до 500 кг
Весы молочные	ВСЭ-600М	_	_	Пределы взвешивания от 4 до 600 кг
N (НМУ-6А	5000 л/ч	1,1	В составе доильных установок
Молочные	ОНЦ1-4,0/20	4000 л/ч	1,5	
электронасосы	ОНЦ1-6,3/20	6300 л/ч	1,5	
Сепараторы-	OM-1A	1200 л/ч	0,55	Непрерывная работа 2,5 ч
очистители	А1-ОЦМ-5	5000 л/ч	5,5	
Охладители	АДМ-13.000	1000 л/ч	_	Входит в доильные установки с молокопроводом
пластинчатые	ООЛ-3	3000 л/ч	_	
	ООЛ-5	5000 л/ч	_	
	ОПФ-1	1000 л/ч	4,8	Режим пастеризации: 92±2 °C, выдержка 300 с
Пастеризационно-охладительные	Б6-ОП2-Ф-1	1000 л/ч	41,2	Режимы пастеризации: 72±2 °C, выдержка 20 с; 92±2 °C, выдержка 300 с
пластинчатые	ПОУ-1000	1000 л/ч	3,5	Режим пастеризации: 79±1 °C, выдержка 1525 с
установки	А1-ОКЛ-3	3000 л/ч	10,0	Режим пастеризации: 78±2 °C, выдержка 25 с
	А1-ОКЛ-5	5000 л/ч	10,0	Режим пастеризации: 78±2 °C, выдержка 25 с
D	П6-ОРМ-0,5	_	_	Вместимость 500 л
Резервуары	П6-ОРМ-1,0	_		Вместимость 1000 л
молокоприемные	П6-ОРМ-2,0	_	_	Вместимость 2000 л

Продолжение таблицы 4

Наименование, марка		Производи- тельность	Мощ- ность, кВт	Примечание
Комплект для приема и взвешивания ИПКС-0125Ц		-	_	Вместимость бака 1000 л
	B2-OMB-2,5	_	_	Вместимость 2500 л
Резервуары-	B2-OMB-6,3	_	_	Вместимость 6300 л
термосы	В2-ОМ2-Г-4	_	_	Вместимость 4000 л
	В2-ОМ2-Г-10	_	_	Вместимость 10000 л
	МКА-2000Л-2А	-	6,75	Вместимость 2000 л
Dagannyany	PO3-1,6; -2,5; -5,0	_	_	Вместимость 1600, 2500, 5000 л
Резервуары- охладители	Γ6-OPM-2500; -3500; -5000	_	7,15	Вместимость 2500, 3500, 5000 л
	РПО-2,0	_	1,1	Вместимость 2000 л
Установка водоохл	аждающая УВ-10	12 кBт – хол.	_	Для резервуарных и проточных охладителей
Установка водоохлаждающая с аккумуляцией холода УВН-6-1,8		12,7 кВт – хол.	7,4	Для резервуарных и проточных охладителей
Машина холодильная МВТ-20		20 кВт – хол.	_	
Машина холодильная МКТ-20		37,3 кВт – хол.		
Теплохолодильная установка ТХУ-14		14,5 кВт – хол. 21,5 кВт – теп.	_	Для резервуарных и проточных охладителей

Содержание отчета

В отчете приведите выполненные расчеты и схемы по заданному преподавателем варианту технологической линии первичной обработки молока.

Контрольные вопросы

- 1. Какие требования предъявляются к сырому молоку?
- 2. Для чего необходимо производить первичную обработку молока на ферме?
- 3. Каково значение приемного бака в поточной линии доения коров и первичной обработки молока?
- 4. Что дает применение секции рекуперации в пластинчатых пастеризационно-охладительных аппаратах для первичной обработки молока?
- 5. С какой целью рассчитываются температуры жидкостей и площади поверхностей теплообменных аппаратов?
- 6. Укажите возможные варианты технологических линий первичной обработки молока.

Список литературы

- 1. Козлов А.Н. Технологические линии и машины для обработки кормов: справочный материал. Челябинск: ЧГАА, 2011.
- 2. Палецков Е.Н. Расчет и проектирование интенсивного производства продукции крупного рогатого скота: учеб. пособие для вузов. Челябинск: ЧИМЭСХ, 1986. 87 с.
- 3. Курсовое и дипломное проектирование по механизации животноводства: учеб. пособие для вузов / Д.Н. Мурусидзе [и др.] М.: КолосС, 2006. 296 с
- 4. Механизация и технология производства продукции животноводства: учебник для вузов / В.Г. Коба [и др.]. М.: Колос, 2000. 528 с.
- 5. Справочник инженера-механика сельскохозяйственного производства: учеб. пособие для вузов. / В.М. Баутин [и др.]. М.: Росинформагротех. Ч. II, 2003. 368 с.
- 6. Проектирование производственных процессов в животноводстве: учеб. пособие для вузов / А.И. Завражнов [и др.]; под ред. А.И. Завражнова. М.: Колос, 1994. 301 с.

Сергеев Николай Степанович Козлов Александр Николаевич Николаев Владислав Николаевич Патрушев Александр Антонович Тюхтин Александр Иванович

РАСЧЕТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЛИНИЙ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

Методические указания к лабораторным работам

Редактор *Вербина М. В.* Технический редактор *Шингареева М. В.*

Редакционно-издательский отдел Челябинской государственной агроинженерной академии, 454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 75

Формат 60×84/16. Объем 4,0 уч.-изд. л. Тираж 60 экз. Заказ №

УОП ЧГАА