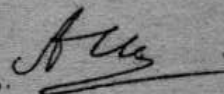


АВТОРЕФ.
с 34

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
им. М. В. Ломоносова

На правах рукописи

СИВОВ АЛЕКСАНДР ЛЕОНИДОВИЧ



НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА МАЛОГАБАРИТНЫХ УСТАНОВОК
ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНО-УГЛЕВОДНОГО КОРМА

Специальность 05.18.12 – процессы, машины и агрегаты
пищевой промышленности

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

Одесса -- 1991

Работа выполнена в Одесском технологическом институте пищевой промышленности имени М.В.Ломоносова.

Научный руководитель: доктор технических наук,
профессор Н.В.Остапчук

Официальные оппоненты: доктор технических наук,
профессор А.В.Иваненко
кандидат технических наук,
профессор К.И.Шмат

ведущее предприятие: Кооперативно-государственный проектно-исследовательский институт Одессагропроект.

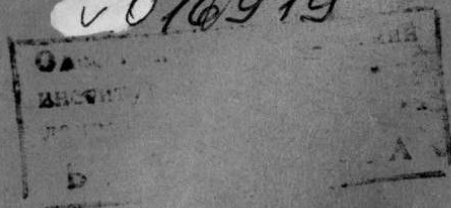
Защита состоится "22" декабря 1991 г. в 13⁰⁰ часов на заседании специализированного совета К 068.35.02 в Одесском технологическом институте пищевой промышленности имени М.В.Ломоносова по адресу: 270039, г. Одесса, ул. Свердлова, 112.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Одесского технологического института пищевой промышленности имени М.В.Ломоносова.

Автореферат разослан "23" ноября 1991 г.

Учёный секретарь
специализированного совета
д.т.н., профессор

И.И.Курчаушенко



ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность. Кормовые сахара, также как и белки, являются важнейшими компонентами кормовой базы животноводства, в связи с чем проблема производства и использования кормового сахара и белка включены в число важнейших государственных научно-исследовательских программ.

Одним из наиболее доступных и удобным в технологическом отношении видов сырья для получения растительно-углеводного корма, содержащего значительное количество сахаров, является солома, частности пшеничная.

Существующие технологические схемы переработки растительного сырья в кормовые растительные сахара (гидролизные заводы) сложны в обслуживании, весьма энергоёмки и требуют больших капиталовложений. Использование гидролизаторов стандартного объёма (24...80 м³) влечёт за собой несправданно высокую производительность, превышающую потребности хозяйства, а применение избыточного давления в гидролизаторах приводит к высокой их стоимости. С целью более эффективно использовать дорогостоящее оборудование, предприятия стремятся использовать сырьё с высокой объёмной массой (древесные опилки, кукурузная кочерыжка). Использование соломы нерентабельно, хотя и не представляет сложностей в техническом отношении. Кроме того, использование гидролизаторов периодического действия значительно усложняет выбор вспомогательного оборудования и приводит к значительным затратам. За рубежом подобные технологические схемы имеют те же недостатки. Всё это приводит к повышенным затратам на производство готового продукта, который отличается высокой себестоимостью и требует дополнительных транспортных расходов на доставку продукта к местам потребления.

Существуют многочисленные опытные упрощённые установки для переработки сырья, работающие при избыточном или атмосферном давлении в крупных животноводческих комплексах. Они отличаются сниженным выходом сахаров, низкой эффективностью и широкого распространения не получили.

В связи с этим научное обоснование и разработки новых технологических процессов и конструкций малогабаритных установок для получения растительно-углеводного корма вблизи источников расти-

ОНАХТ 11.06.12
Научное обоснование



v016919

тельного сырья и мест потребления, обеспечивающих высокий выход сахаров при снижении затрат энергии и транспортных расходов, является актуальной проблемой.

Цель работы. Научное обоснование и разработка новых технологических схем и конструкций малогабаритных установок для получения растительно-углеводного корма, пригодных для массового использования вблизи источников растительного сырья и мест потребления, отличающихся высоким выходом готового продукта и низкими удельными затратами.

Для достижения этой цели необходимо решить задачи:

- определить кинетические закономерности нагрева и гидролиза сырья, режимы обработки и нейтрализации;
- обосновать и рассчитать конструктивные параметры устройства для смешивания серной кислоты с водой;
- обосновать и рассчитать устройство смачивания сырья раствором серной кислоты;
- разработать технологическую схему производства растительно-углеводного корма;
- провести экономическое обоснование технологической схемы.

Научное значение работы состоит в установлении кинетических закономерностей и режимов процессов нагрева, смешивания, гидролиза и нейтрализации растительного сырья, обосновании и расчёте технологической схемы и конструктивных параметров установки для переработки растительного сырья в растительно-углеводный корм, обеспечивающие заданную производительность и надёжность установки при снижении удельных затрат.

Практическая ценность состоит в использовании разработанных режимов переработки растительного сырья, обосновании и выборе геометрических параметров аппаратов и характеристика технологической линии получения растительно-углеводного корма.

На защиту выносятся:

- кинетические закономерности гидролиза легкогидролизуемых полисахаридов сырья при различных значениях гидромодуля, температуры и концентрации кислоты;
- режимы смешивания, нагрева и нейтрализации сырья и реагентов;
- обоснование режима работы технологической линии для получения растительно-углеводного корма и компоновки оборудования, обеспечивающих глубокую переработку сырья при снижении общих затрат.

Апробация. Результаты научного обоснования и разработок исполь-

зованы БНИИживмаш для конструирования и изготовления нестандартного оборудования и проектным бюро "Блиц" для проектирования опытно-экспериментального цеха обработки соломы в колхозе "Знамя октября" Дуванского района Башкирской АССР. Опубликовано работ, в том числе получено 3 авторских свидетельства на изобретения.

Структура и объём работы. Диссертационная работа выполнена на 66 страницах машинописного текста, включает 14 таблиц, 27 рисунков и состоит из введения, трёх глав, списка использованной литературы из 83 наименований и прилож. пп.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе на основе обзора литературы для термохимической обработки растительного сырья рассмотрен химический состав возможного сырья, технологические схемы и режимы переработки сырья установок, работающих при атмосферном и избыточном давлении, общие кинетические закономерности реакции гидролиза. В качестве возможного сырья может быть использовано различное древесное сырьё, хлопковая шелуха, кукурузная кочерыжка, подсолнечная лузга, рисовая и просяная лузга, солома, тростник.

Установки для переработки сырья могут работать при избыточном давлении и при атмосферном. В качестве реагентов используются кислоты (например серная и соляная) или щёлочи (растворы каустической или кальцинированной соды, аммиака).

Применение избыточного давления до 3,2 МПа позволяет ускорить протекание процесса и даже исключить в ряде случаев использование катализаторов - кислот и щелочей. В СССР применяются установки периодического, а за рубежом - и непрерывного гидролиза.

Получаемый после нейтрализации продукт может использоваться для непосредственного скармливания животных или подвергнут дальнейшей микробиологической переработке с целью получения обогащённого белком корма или технического этанола.

Установки, работающие при повышенном давлении, отличаются высокой сложностью и требуют больших затрат на обеспечение безопасных условий работы. Обработка растительного сырья при атмосферном давлении в СССР и за рубежом проводится главным образом щелочными реагентами. Вместе с тем, исследования показали, что разложение полисахаридов до моносахаридов эффективно проходит в условиях кислой среды. Обработка целлюлозы в щелочной среде не приводит к образо-

ранию сахаров, являющихся ценным продуктом.

Реакция образования моносахаридов описывается известным уравнением кинетик:

$$x = A(1 - e^{-Kt})$$

где t - время, x - количество моносахаридов, A - количество реагирующих полисахаридов, K - константа скорости реакции (её можно определить экспериментально).

Анализ теоретических и экспериментальных исследований по переработке растительного сырья позволил сформулировать цель и задачи диссертационной работы.

Во второй главе изложены методики исследования, включающие объекты, программы исследования методики определения химического состава, лабораторные установки.

Представлены методики определения влажности, легко и трудногидролизуемых полисахаридов, фурфурола, экспериментальные установки для гидролиза навесок растительного сырья в различных условиях. В работе использована новая методика, позволяющая более точно определять кинетические закономерности гидролиза.

Для гидролиза значительных навесок растительного сырья - до 100 г., была использована лабораторная установка, состоящая из паробразователя и реакционной колбы, помещённой вовнутрь термостата. Реакционную колбу заполняют смоченным кислотой растительным сырьём, помещают на заданное время в термостат для прогрева холодных стеклянных стенок, затем прогревают паром и выдерживают при температуре 100 °C заданное время. Затем проводят объёмную нейтрализацию продукта аммиачной водой.

В третьей главе представлены результаты исследования технологических процессов переработки растительного сырья в растительно-углеводный корм.

Установлены кинетические закономерности выхода сахаров при различных условиях. Наибольший интерес вызвала возможность проведения экономически и технически оправданной глубины гидролиза с получением 15...25% редуцирующих веществ (моносахаридов). В качестве основных факторов были использованы следующие. Температура (T) 100 °C - наибольшая температура, достижимая при атмосферном давлении. Гидро модуль (ΓM) 7 - наименьший гидро модуль, при котором можно эффективно смочить небольшую навеску соломы водным раствором. Концентрация кислоты (C_K) 0,6% и 1,4% (соответственно нижняя и верхняя группа линий на графиках) являются экономически оправданными, близ-

кими к используемым по литературным источникам анализам.

Получена зависимость выхода редуцирующих веществ от:

- времени (рис.1) при $\Gamma M=7$, $C_K=1,4$ и $0,6\%$, $T=100$ °C;
- гидро модуля при различных значениях концентрации кислоты (рис.2) при $T=120$ мин, $C_K=0,6$ и $1,4\%$, $T=100$ °C;
- температуры при различных значениях концентрации кислоты (рис.3) при $T=120$ мин, $\Gamma M=7$, $C_K=0,6\%$ и $1,4\%$;
- концентрации кислоты (рис.4) при $T=120$ мин, $\Gamma M=7$, $T=100$ °C.

Таким образом, при 100 °C, т.е. при атмосферном давлении, может быть достигнут выход моносахаридов 15...20% при малом гидро модуле и ограниченном времени.

Использование малых гидро модулей, перспективное с экономической стороны, снижает степень гидролиза в связи с нейтрализацией минеральными элементами сырья части кислоты. Увеличение концентрации кислоты и продолжительности реакции как и следовало ожидать, увеличивает выход моносахаридов. Наиболее сильно сказывается на увеличении выхода моносахаридов повышение температуры свыше 100 °C, что, впрочем, сложно осуществить на практике.

Кривые всех графиков стремятся к величине, приблизительно соответствующей количеству легкогидролизуемых полисахаридов в сырье. Константу скорости реакции определяли по формуле:

$$K = \frac{2,3}{t} \lg \frac{A}{A-x}$$

где A - количество реагирующих полисахаридов, x - количество гидролизованных полисахаридов, t - время реакции. По рис. 1 определены часовые константы скорости реакции. Для 1 ч, 2 ч, 3 ч они равны соответственно 0,977; 0,886 и 0,880.

Было собрано устройство для гидролиза и нейтрализации больших количеств растительного сырья при малом гидро модуле. В таблице I приведены данные по обработке пшеничной соломы с использованием данного устройства.

Исследования кислотности продукта, в зависимости от количества аммиачной воды, подаваемой для нейтрализации, приведены в таблице 2.

На основании таблицы I опыт 4, 5 мы предлагаем следующий режим проведения процесса: температура - 100 °C, время процесса - 2 часа, концентрация кислоты - 2%, гидро модуль - 2. Это позволит получить продукт содержащий до 12...15% редуцирующих веществ. Нейтрализацию предлагается проводить аммиачной водой концентрации

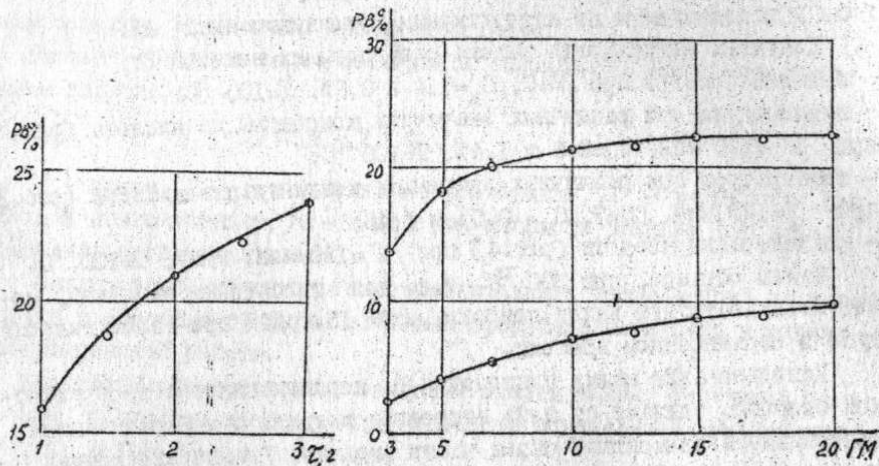


Рис. 1 Кинетика редуцирующих веществ

Рис. 2 Зависимость выхода редуцирующих веществ от гидромодуля при различных значениях концентрации кислоты.

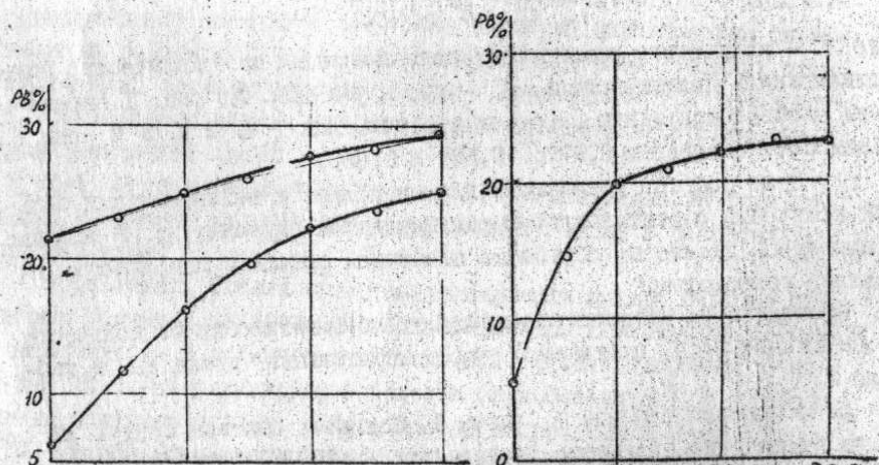


Рис. 3 Зависимость выхода редуцирующих веществ от температуры при различных значениях концентрации кислоты.

Рис. 4 Зависимость выхода редуцирующих веществ от концентрации кислоты.

ей 22...25% в количестве 0,05...0,06 ГМ.

Таблица 1
Зависимость выхода РВ от концентрации кислоты, времени обработки, типа обработки и гидромодуля

№ пп	Концентрация кислоты, %	Гидромодуль	Время обработки, мин	Тип обработки	Выход РВ, %	Фурфурол, %	Константа скорости реакции, час ⁻¹
1	2	3	4	5	6	7	8
1	3	2,5	40	с удалением минеральных солей	14,3	0,25	1,25
2	2	2,5	80	— " —	17,7	0,38	0,90
3	2	2,5	100	— " —	20,7	0,45	1,02
4	2	2,0	100	без удаления минеральных солей	12,6	0,22	0,42
5	2	2,0	150	— " —	14,8	0,28	0,35

Таблица 2
Влияние удельного количества используемой для нейтрализации аммиачной воды на кислотность получаемого продукта

№	Количество вводимой аммиачной воды г-моль NH_3 / г-моль H_2SO_4	pH продукта
1	2,0	7
2	1,5	7
3	1,0	6
4	0,75	5
5	0,5	6

Нами установлено, что продукт после нейтрализации имеет одинаковую кислотность по всему объёму, что объясняется равномерным распределением газообразного аммиака. Продукт не имеет запаха аммиака даже при максимальной степени нейтрализации.

Определены конструктивные параметры завихрителя для приготовления раствора серной кислоты. Эксперименты проводили с 4 группами завихрителей ударного входа с диаметром 97 мм и различны-

числом лопаток $K=1...8$, углом закрутки $\alpha=0...83^\circ$, диаметром центрального стержня - оси завихрителя $d/D=0,072...0,710$, длиной $l/D=0,66...3,3$. Дополнительно варьировалась форма обтекателя центрального стержня - оси.

Установлено, что применение обтекателя, особенно каплевидного, существенно снижает гидравлические потери. В завихрителе безударного входа нет вихревой зоны и потери энергии в нём минимальны.

Суммарная площадь отверстий оросителя для смачивания сырья определяли по формуле:

$$F_0 = \frac{Q}{\mu \sqrt{\frac{2P}{\rho}}}$$

где F_0 - площадь поперечного сечения отверстий; $\mu = 0,8$ - безразмерный коэффициент струи; $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$; P - давление перед коллектором, Па; Q - расход водного раствора кислоты, $\text{м}^3/\text{с}$.

При давлении 0,5 МПа и расходе жидкости $5 \text{ м}^3/\text{час}$ суммарная площадь отверстий составит $55,2 \text{ мм}^2$.

Нами обоснована и рассчитана технологическая линия переработки соломы.

Из литературных данных известно, что нормы скармливания аналогичных продуктов оцениваются в $1,5...3 \text{ кг}$ в сутки на 1 голову крупного рогатого скота. Учитывая, что по головке КРС в крупных животноводческих комплексах составляет $1500...5000$ голов, мы считаем, что оптимальная производительность технологической линии не должна превышать $10...12 \text{ т/сутки}$ или $5...6 \text{ т/мену}$. С учётом предлагаемого времени процесса - 2 часа, принимая за основу периодический процесс и учитывая время на вспомогательные операции, за одну рабочую смену можно провести два цикла переработки соломы, то есть за цикл - переработать $2,5...3 \text{ т}$ соломы. Учитывая, что объёмная масса соломы не превышает 100 кг/м^3 , необходимый объём термокамеры составит не менее $25...30 \text{ м}^3$. Для загрузки данного количества соломы в течение $0,5...1,0$ часа необходимо, чтобы производительность линии загрузки составляла $2,5...6 \text{ т/час}$. Производительность насоса для подачи концентрированного серной кислоты с учётом потребляемого количества ($40 \text{ кг} = 21 \text{ дм}^3$ на 1 т соломы) должна составлять $0,05...0,1 \text{ м}^3/\text{час}$. Для нейтрализации продукта одного рабочего цикла, согласно регламента, необходимо $0,25...0,35 \text{ т}$ аммиачной воды. Используя насос-дозатор для аммиачной воды производительностью 1 т/ч , мы можем провести процесс нейтрализации в течение $15...20 \text{ мин}$, то есть в достаточно короткий срок.

В основу разрабатываемой нами технологической схемы была положена поточная технологическая линия КТО-5 разработки ЦНИИПТИМЭА. Она предназначена для обработки соломы аммиачной водой, обладает рядом существенных преимуществ перед аналогичными линиями, однако непригодна для кислотной обработки растительного сырья.

На рис. 5 показана технологическая схема предложенной нами линии получения растительно-углеводного корма.

Она включает термокамеру 2 с загрузочным 1 и выгрузным 7 приспособлениями, систему подачи кислоты 9, парообразователь 3, систему трубопроводов 4, связанную с насосом 6 и ёмкостью для хранения нейтрализующего реагента 5, трубчатый распределитель 8.

Линия в непрерывном режиме работает следующим образом. Растительное сырьё из бункера непрерывно поступает в загрузочное приспособление 1, куда одновременно подаётся разбавленная кислота. Сырьё, смоченное кислотой, выгружают в термокамеру 2, в которую подают пар из парообразователя 3. После окончания термохимической обработки для первых партий сырья, насосом 6 подводят аммиачную воду в перфорированный трубчатый распределитель 8 и включают в непрерывную работу выгрузное приспособление 7. Загрузка сырья, подача химических реагентов, пара и выгрузка корма контролируются датчиками, связанными с электромагнитными клапанами.

Линия может работать и в периодическом режиме. В этом случае, пар можно вводить не только через паропроводы, но и через распределитель 8, что повышает эффективность прогрева сырья. По окончании цикла термохимической обработки, подачу пара прекращают, а аммиачную воду для нейтрализации можно подавать через паропроводы.

На основании наших предложений проектное бюро "Блиц" подготовило рабочий проект типового варианта линии со следующими характеристиками:

- количество перерабатываемого сырья, т/сутки	10
- общая площадь застройки /без складов/, м^2	400
- расход электроэнергии, кВт. ч. в сутки	360
- расход серной кислоты, т/сутки	0,4
- расход аммиачной воды, т/сутки	0,6
- расход пара, кг/ 1 т соломы, не более	700
- количество обслуживающего персонала в смену, чел.	2
- сметная стоимость строительства, тыс. руб	200
- себестоимость переработки 1 т соломы, руб	24
- расчёт годового экономического эффекта, тыс. руб	159

Продукт гидролиза может быть подвергнут микробиологической

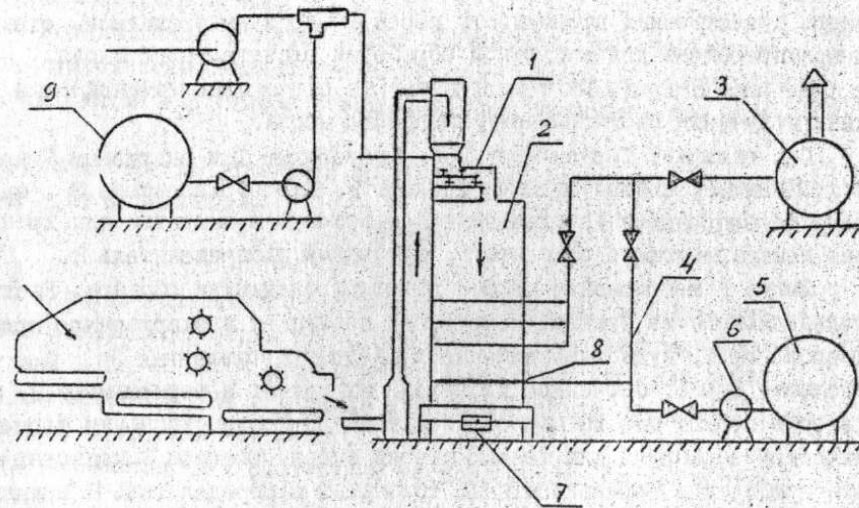


Рис. 5 Технологическая схема линии получения РУК

переработке до получения корма, обогащённого сахарами или технического этанола. Линия может также использоваться для аммиачной обработки растительного сырья.

Преимущества технологической линии по сравнению с аналогами гидролизными предприятиями, установками парокрекинга и т.д. состоят в обеспечении проведения процесса при атмосферном давлении и использовании котлов низкого давления, возможности использования сырья с малой объёмной массой, непрерывности обработки. При этом упрощается конструкция комплекта оборудования и его эксплуатация, уменьшается потребление электроэнергии и количество необходимого нестандартного оборудования.

Аналог, оснащённый экструдером фирмы Verner & Pfeleiderer ZSK-53 имеет аналогичную производительность, капитальные затраты на строительство и характер получаемого продукта. Однако, расход электроэнергии на переработку 1 т соломы в предлагаемой нами линии снижается в 4 раза за счёт использования пара

как более дешёвого теплоносителя, а себестоимость продукта меньше в 1,5 раза.

Комплект линии состоит из автономных модулей оборудования, связанных технологической последовательностью. Стдельные модули, например транспортёры, насосы, загрузочные устройства, могут быть заменены на более современное и экономичное оборудование как советского, так и зарубежного производства. Строительство и эксплуатация не требуют специальных условий и могут быть осуществлены непосредственно в хозяйствах, вблизи источников сырья и животноводческих комплексов.

Для эффективного смешивания серной кислоты с водой, нами предложен прямоточный смеситель, позволяющий снизить до минимума гидравлически потери (рис. 6). Винтовые пластины предложено выполнить в виде осевого завихрителя с входным участком переменного шага длиной $0,8...0,5D$, с углом закрутки $40...80^\circ$, причём патрубок выполнен с центральным подводом эжектируемой жидкости за выходным срезом осевого завихрителя. Угол закрутки участка переменного шага меняется от 0 до $40...80^\circ$. Предпочтительно применение завихрителей с 3...6 лопатками.

Использование смесителя позволяет подавать серную кислоту используя эффект эжекции, без насоса-дозатора, что открывает возможность упростить разработанную нами технологическую линию.

Нами были подготовлены технические предложения по конструкции устройства для смачивания растительного сырья, отличающегося от аналога тем, что оно снабжено развёмными коллекторами для распыления жидкости (рис. 7). Смачивающая жидкость подаётся под давлением и через отверстия коллекторов пронизывает поток падающего сверху сырья по всему объёму ещё до перемешивающих механических шнеков. Давление в коллекторах, диаметр отверстий и их количество подбирают так, чтобы струи, выходящие из отверстий, проникали вовнутрь смачиваемого потока сырья. Отверстия направлены под углом $15...30^\circ$ вниз по горизонтальной оси во избежание засорения их падающим сверху мелким сырьём и могут иметь диффузор на выходе смачивающей среды для раскрытия струи жидкости.

В соответствии с техническими предложениями, ВНИИЖЕМАШ подготовил рабочий проект смесителя С-30А. Конструкция предусматривает возможность замены коллекторов и устранения системы механического перемешивания с помощью шнеков. Смеситель изготовлен и испытан.

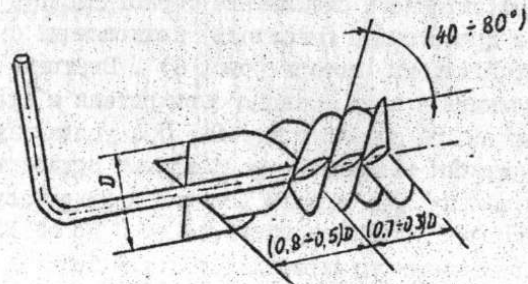
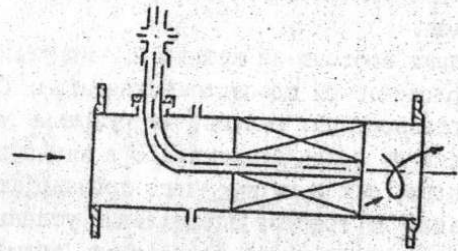


Рис. 6 Прямоточный смеситель

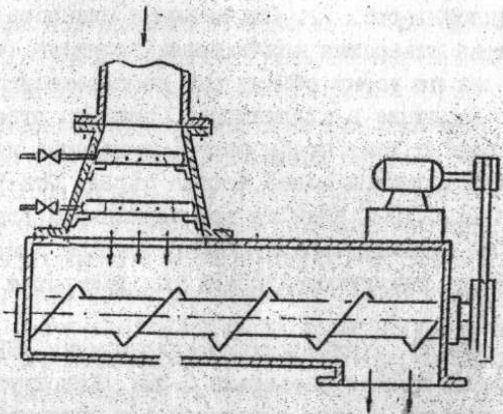


Рис. 7 Устройство для смачивания растительного сырья

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. На основе анализа технологических схем и установок для термохимической обработки растительного сырья установлено, что они недостаточно разработаны и получили ограниченное применение. Установки, особенно работающие при избыточном давлении, сложны в обслуживании и энергоёмки.

2. Разработаны методики моделирования технологических процессов смешивания, гидролиза и нейтрализации.

3. Установлены кинетические закономерности выхода редуцирующих сахаров при различных условиях - гидромодуль, температура, концентрации раствора серной кислоты для пшеничной соломы. Доказано, что наиболее эффективным способом прогрева реакционной массы является маломодульный парофазный гидролиз. При этом достигается снижение времени и увеличение равномерности прогрева реакционной массы по всему объёму без существенной деструкции образовавшихся продуктов. Возможна равномерная нейтрализация полученного продукта по всему объёму путём подачи необходимого количества аммиачной воды в нагретую термокамеру.

4. Определены режимы термохимической обработки пшеничной соломы. Время обработки - 2 часа, гидромодуль - 2...2,5, концентрация серной кислоты - 2%, температура в камере - 100 °C, нейтрализация проводится аммиачной водой с концентрацией - 22...25% в количестве 0,05...0,06 ГМ. Это позволит получить продукт, содержащий до 12...15% сахаров.

5. Предложена линия, предусматривающая технологические операции измельчения сырья, подачи в приёмный лоток питателя-загрузчика и транспортером в пневмозагрузчик, смешение с раствором серной кислоты, подогрев паром и выгрузки готового продукта. Предусматривается использование термокамеры башенного типа. Объём термокамеры - не менее 25...30 м³, производительность линии загрузки - 2,5...5 т/час, насоса-дозатора для кислоты - 0,05...0,1 м³/час, для воды - 5...10 м³/час, для аммиачной воды - 1 м³/час. Подготовлен рабочий проект типового варианта линии производительностью 10 т/сутки, расходом потребляемого пара - 700 кг/1 т соломы, себестоимостью продукции - 24 руб/т и сметной стоимостью строительства - 200 тыс. руб.

6. Разработаны конструкции нестандартного оборудования для

этой линии. Прямоточный смеситель предложено выполнить в виде осевого завихрителя с центральным подводом жидкости. Смеситель С-30А спроектирован и изготовлен с разъемными коллекторами для распыления жидкости, что позволяет устранить систему механического перемешивания.

Основное содержание диссертации опубликовано в работах:

1. Болтянский А.И., Сивов А.Л. Получение растительно-углеводного корма. // Кормопроизводство. - 1987. - № 9. - С. 27-28.
2. А.с. № 1371685 (СССР), МКИ А23М17/00. Устройство для получения корма / Г.И.Голивец, А.Л.Сивов, М.В.Сорочан (СССР) - № 4109271/15. Заявл. 30.06.86.
3. А.с. № 1355222 (СССР), МКИ А23К1/12. Способ получения корма из растительного сырья / Г.И.Голивец, А.Л.Сивов (СССР) - № 3866835/30-15. Заявлено 12.03.85; опубл. 30.11.87, бюл. № 44.
4. Остапчук Н.В., Сивов А.Л. Технологическая схема получения растительно-углеводного корма из соломы. Листовка ВДНХ СССР, 1987. - 1 с.
5. Остапчук Н.В., Сивов А.Л. Увеличение продуктивности животноводческого комплекса за счёт производства кормов по новой технологии. - Одесса: Кооператив "8-й канал", 1988. - 1 с.
6. А.с. № 1498545 (СССР) МКИ В01F5/06. Прямоточный смеситель / Н.В.Остапчук, А.Л.Сивов, П.В.Филиштинский, В.Б.Рахманов (СССР) - № 4311709/31-26. Заявлено 14.07.87; опубл. 07.08.89, бюл. № 29.
7. Влияние внутреннего диаметра и формы обтекателя завихрителя на параметры закрученного потока. / П.В.Филиштинский; А.Л.Сивов, Одес. политехн. ин-т. - Одесса, 1987. - II с. - 6 ил. - Библиогр.: 8 назв. - Рус. - Деп. в УкрНИИТИ 12.02.88, № 430-Ук 88.

