

## КОМПЛЕКС ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КАРТОФЕЛЬНОГО КРАХМАЛА

З.В. Ловкис, докт. техн. наук, профессор, Д.А. Зайченко, нач. конструктор. отдела, А.В. Куликов, аспирант (РУП «НПЦ НАН Беларуси по продовольствию»)

### Аннотация

*В статье изложена усовершенствованная технология и предложен соответствующий комплекс оборудования для получения картофельного крахмала, показаны основные преимущества отдельных машин перед уже существующими, обоснована технологическая схема производства. Особое внимание уделено совершенствованию гидроциклонной установки – основного узла по выделению крахмала. По результатам работы сделаны соответствующие выводы о необходимости дальнейшего совершенствования оборудования, применяемого для получения картофельного крахмала.*

### Введение

Выращивание и переработка картофеля – одно из приоритетных направлений пищевой промышленности Республики Беларусь. Одним из важнейших звеньев отрасли является производство картофельного крахмала. Программой развития картофелеперерабатывающей отрасли на 2005-2010 годы запланировано увеличить производство крахмала до 50,0 тыс. тонн. Это может быть достигнуто путем внедрения высокоэффективных технологий и оборудования, что позволит исключить импорт крахмала в нашу республику и начать его экспортные поставки.

Установленное на отечественных предприятиях оборудование, в основном российского производства, физически и морально устарело и не может обеспечить стабильность производимых объемов крахмала, повышение его качественных показателей, а также снижение себестоимости.

### Основная часть

Для переработки картофеля на крахмал используются разнообразные технологические схемы, основанные на применении различных видов применяемого для этих целей оборудования.

В РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» разработана и готовится к внедрению на ОАО «Машпищепрод» усовершенствованная технология и соответствующий комплекс оборудования для получения картофельного крахмала.

Комплекс оборудования (рис. 1) состоит из транспортирующих устройств (конвейеров), как связующих звеньев – 2, 15; моечных и очистительных машин – 1, 3; приемной ванны с соломоловушкой – 2; инспекционного конвейера – 4; бункера-накопителя – 5; терочного устройства – 6; насоса – 7; песколовушки – 8; накопительных бункеров – 9; центробежного сита – 10; установки гидроциклонной – 11; емкостей

– 12; барабанного вакуум-фильтра – 13; сушилки пневматической – 14.

Процесс обезвоживания крахмала и обезвоживания мезги происходит на участках, находящихся в тесном взаимодействии:

- мойки сырья;
- измельчения картофеля;
- предварительного выделения крахмального молочка из кашки;
- рафинирования крахмального молока и получение сырого крахмала;
- сушки крахмала;
- обезвоживания мезги [1], [2].

На участке мойки сырья проводится очистка кар-

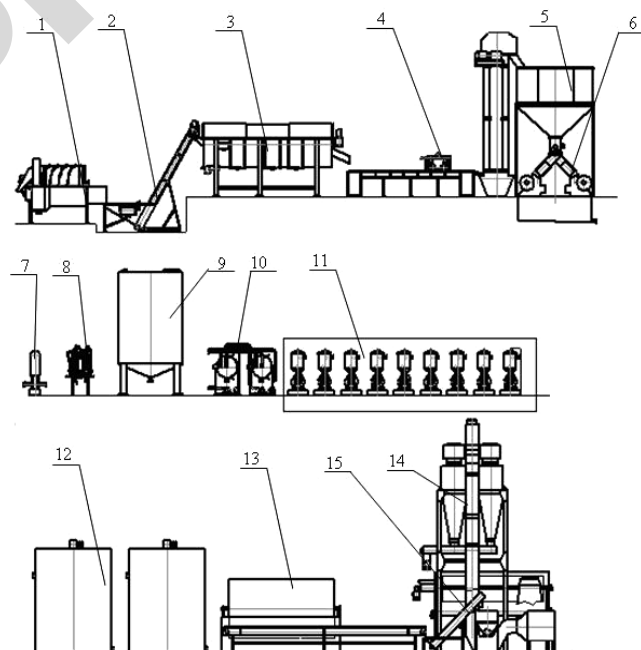


Рисунок 1. Технологическая линия для производства картофельного крахмала.

тофеля от загрязнений. Картофель, поставляемый на предприятие, разгружается в завальную яму, на дне которой находится транспортирующий канал (гидротранспортер), в который картофель сливается водобойной установкой. Через транспортирующий канал сырьё подводится к барабанной камнеловушке 1, которая состоит из перфорированного барабана, насаженного на вал с помощью спиц. Вал вращается в выносных подшипниках. На барабане внутри и снаружи расположены винтовые лопасти. Со стороны входа картофеля на барабане имеется кольцевой карманный приемник для тяжелых примесей, которые сбрасываются на лоток. Барабан вращается от приводного устройства, вынесенного за пределы камнеловушки. В результате этого значительно снижается металлоемкость конструкции.

Камнеловушка устанавливается по оси гидротранспортера таким образом, чтобы дно входного и выходного желобов было на уровне дна гидротранспортера. Водно-картофельная смесь движется вдоль образующей барабана; тяжелые примеси оседают, причем мелкие проваливаются сквозь перфорацию барабана на дно корпуса. Барабан вращается таким образом, что тяжелые примеси как внутри барабана, так и снаружи продвигаются винтовыми лопастями навстречу потоку к приемнику.

При вращении приемника, установленного на гидротранспортере в корпусе, тяжелые примеси через отверстия попадают из внутренней части барабана в карманы. Картофель в карманы попасть не может: при вращении барабана, в отверстие из кармана в барабан поступает ток воды, пропускающий тяжелые камни, но не пропускающий картофель.

Мелкие примеси зачерпываются карманом со дна корпуса и через отверстие поступают внутрь карманов и выбрасываются в лоток, одновременно с удалением тяжелых примесей происходит предварительная мойка картофеля.

Далее сырьё питателем 2, оснащенным соломушкой для улавливания легких примесей (соломы, ботвы) с поверхности воды, подается на моечную машину барабанного типа 3. На барабане моечной машины имеется шнек, который передвигает песок в зону его выгрузки, и клапан для периодического сброса песка. При выгрузке картофеля для более тщательного удаления песка установлены щеточные элементы. После мойки, с целью отделения гнилого картофеля, а также возможных твердых примесей, которые прошли через камнеловушку, картофель подается на роликовый инспекционный конвейер. Конвейер, оснащенный роликовой лентой, перемещается по поддерживающим направляющим, что придает клубням картофеля дополнительное вращение, позволяет осуществить более качественную визуальную инспекцию всей поверхности плодов. Отмывание картофеля от грязи начинается в гидротранспортере, продолжается в камнеловушке и

заканчивается в картофелемойке. Вымытый картофель из моечной машины через инспекционный конвейер 4, оснащенный щеточным устройством для дополнительного удаления песка [3], по элеватору попадает в бункер-накопитель 5 для обеспечения непрерывной загрузки терок.

На участке измельчения картофеля и выделения сырого крахмала производится измельчение картофеля, т.е. разрушение его клеточных стенок и отделение крахмала от остальных составляющих картофеля (мезги и растворенных веществ).

В терке 6 при помощи вращающегося барабана, снабженного сменными пилками, картофель измельчается и подается на аппараты для выделения крахмала и клеточного сока. Полученная кашка насосом 7 подается в песколоушки 8, где происходит окончательное отделение песка. Далее кашка попадает в накопительную емкость 9, из которой насосом подается на центробежные сита 10, которые служат для предварительного отделения легких примесей, промывки кашки и снижения нагрузки на гидроциклонную установку. На центробежных ситах кашка разделяется на мезгу и крахмал в виде крахмального молочка. Мезга отправляется на обезвоживание, а крахмальное молочко на дальнейшую переработку.

Крахмальное молочко, освобожденное от песка, подается на гидроциклонную установку (рис. 2), в которой выполняются все операции процесса получения крахмала: его отделение от мелкой мезги, выделение картофельного сока, промывание крахмала и мезги. Гидроциклонные установки требуют значительно меньшей производственной площади, что создает условия для увеличения мощности предприятия. С их использованием технологический процесс стал непрерывным, его значительно легче автоматизировать, сократились затраты труда, улучшилась культура производства. Существующие конструкции гидроциклонных установок содержат до 14 ступеней, на каждую из которых требуется отдельный насос. В результате этого происходит значительное увеличение энергозатрат. Для уменьшения затрат энергии нами предложена усовершенствованная схема гидроциклонной установки (рис. 2).

Разделение крахмала и примесей происходит от различного воздействия центробежной силы на частицы суспензии. Центробежная сила в микроциклоне возникает от того, что исходный продукт вводится в микроциклон под давлением 0.4-0.6 МПа по касательной к его внутренней поверхности и приобретает вращательное движение. Под действием центробежной силы зерна крахмала, как более тяжелые, отбрасываются к стенке и направляются во внешнем вращающемся слое к отверстию в насадке, образуя сгущенный сход, содержащий, в основном, крахмал. Мезга, как более легкая, вращается во внутреннем слое и выводится через насадку жидкого схода.

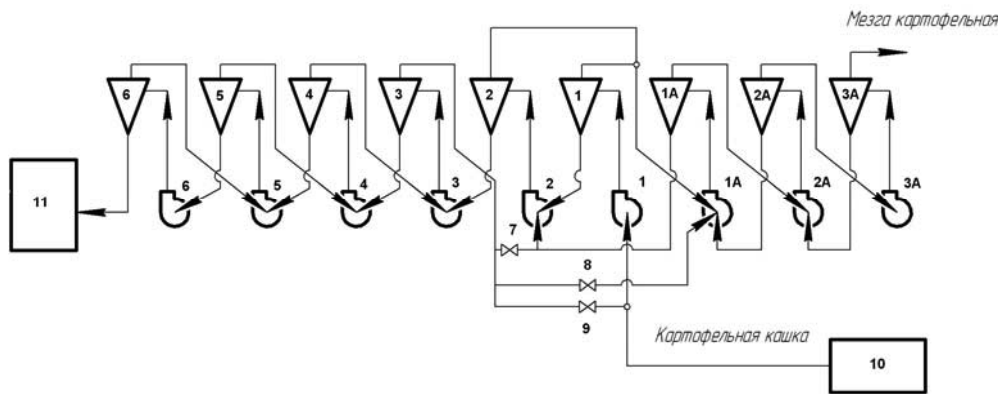


Рисунок 2. Схема гидроциклонной установки.

В каждом гидроциклоне процесс разделения картофельной кашки разный за счет диаметра сопла.

Картофельная кашка при помощи насоса из центробежных сит 10 поступает в гидроциклонную батарею 1. Легкий срод дальше подается в гидроциклонную батарею 1А, тяжелый срод поступает в гидроциклонную батарею 2; далее из гидроциклонной батареи 1А легкий срод подается в гидроциклонную батарею 2А, а тяжелый срод поступает в гидроциклонную батарею 2; из гидроциклонной батареи 2А легкий срод подается в гидроциклонную батарею 3А, а тяжелый срод поступает в гидроциклонную батарею 1А; из гидроциклонной батареи 3А легкий срод подается в мезговую яму, а тяжелый срод поступает в гидроциклонную батарею 2А; из гидроциклонной батареи 2А тяжелый срод подается в гидроциклонную батарею 1А, и далее в крахмальную линию.

Затем из гидроциклонной батареи 2 легкий срод подается в гидроциклонную батарею 1А, а тяжелый срод поступает в гидроциклонную батарею 3; из гидроциклонной батареи 3 часть легкого срода подается в центробежные сита 10, а другая часть - в гидроциклонную батарею 2 (подача регулируется вентилями 8,9,10). Тяжелый срод поступает в гидроциклонную батарею 4; из гидроциклонной батареи 4 часть легкого срода подается в гидроциклонную батарею 3, тяжелый срод поступает в батарею 5; из гидроциклонной батареи 5 легкий срод подается в гидроциклонную батарею 4, а тяжелый срод поступает в батарею 6; из гидроциклонной батареи 6 легкий срод подается в гидроциклонную батарею 5, а крахмальное молочко идет в емкости для отстаивания 11, а затем на вакуум-фильтр для получения сырого крахмала.

Особое внимание при совершенствовании технологической схемы по производству картофельного крахмала уделено разработке новой гидроциклонной установки,

т.к. режимы ее работы определяют экономичность и эффективность функционирования всей технологической схемы. В настоящее время проводятся предварительные испытания экспериментального образца гидроциклонной установки на Линовском крахмальном заводе (рис. 3). На

этом этапе в качестве основных режимов работы образца принимались общепринятые условия функционирования существующих гидроциклонных установок, т.е. процесс выделения крахмала проводили при давлении 0.4-0.6 МПа. Достоинством разработанной установки является ее способность функционировать с производительностью 500 тонн в сутки и ниже, что дает возможность включить ее в существующих линиях на крахмальных заводах путем замены первой секции. Результаты анализа отбора проб показали, что в первой секции концентрации крахмала увеличилась в 2,5 раза.

Различают механическое и тепловое обезвоживание (сушка) крахмала. На механическое обезвоживание поступает обычно не сырой крахмал 50%-ой влажности, а чистое крахмальное молоко концентрацией не менее 36 - 38%. Его значительно удобнее транспортировать насосом, проще распределять между параллельно работающими машинами, кроме того, крахмальное молоко



Рисунок 3. Экспериментальный образец испытаний гидроциклонной установки.

равномерно распределяется во вращающихся барабанах центрифуг и по поверхности вакуум-фильтров, используемых для механического обезвоживания.

Удаление воды из крахмала производят последовательно двумя способами – механическим и тепловым.

Механический способ более дешевый, затраты на удаление влаги тепловым способом (сушка) примерно в 3 раза больше, чем механическим. Поэтому стремятся как можно больше влаги удалить из крахмала механическим способом. При использовании вакуум-фильтров влажность составляет 40-42%.

Таким образом, из общего количества воды, поступившей с крахмальным молоком на обезвоживание, механическим путем удаляется около 73%, сушкой –15% и примерно 12% воды остается в сухом крахмале [4].

В настоящее время на крахмальных заводах для механического обезвоживания крахмала широкое распространение получили вакуум-фильтры 13. Эти аппараты позволяют вести процесс непрерывно при минимальных потерях крахмала. Концентрированное крахмальное молоко после последней ступени гидроциклонной установки из емкости для отстаивания поступает в вакуум-фильтр для механического обезвоживания. В вакуум-фильтре при непрерывном вращении перфорированного барабана его поверхность последовательно проходит зоны фильтрации суспензии, подсушки, промывки и продувки слоя крахмала. С поверхности барабана сырой крахмал снимается ножом в конвейер.

Так как при механическом обезвоживании с водой отжимается и небольшое количество крахмальных зёрен, то для увеличения конечного выхода крахмала, а также для экономии расхода воды на нашей линии отжатая суспензия подаётся на гидроциклонную установку.

Для выбора вакуум-фильтра нужной производительности следует исходить из ориентировочной удельной производительности  $1\text{ м}^2$  поверхности фильтра, равной 230-250 кг абсолютно сухого крахмала в час.

Для получения сухого крахмала сырой крахмал конвейером направляется в пневматическую сушилку 15.

На картофелекрахмальных заводах, перерабатывающих 100 т картофеля в сутки, получили распространение центробежные сушилки ЦС-8М, пневматические ПС-15 и аэрофонтанные ВАВАС.

Пневматические сушилки ППС-25М применяют на заводах, перерабатывающих 200 т картофеля в сутки. Пневматические сушилки ПСК-100 используют на заводах, перерабатывающих 500-600 т картофеля в сутки.

В основу работы пневматических сушилок всех систем положен принцип сушки разрыхленного крахмала в движущемся потоке горячего воздуха. Скорость движения смеси крахмал - воздух по сушильному тракту (сушильной трубе) выбирают такой, чтобы она была больше скорости витания зёрен крахмала в потоке. Практически, скорость движения

этой смеси бывает 14-20 м/с. При такой скорости движения смеси сушка крахмала длится доли секунды, т.е. происходит почти мгновенно [4].

Высушенный в пневматической сушилке крахмал подаётся на упаковку.

На участке обезвоживания мезга с центробежных сит попадает в сборник. На этом этапе содержание сухих веществ в ней около 6-8%. Однако для мезги с таким содержанием сухих веществ необходимы дополнительные площади для её хранения. Поэтому мезга из сборника насосом подаётся на ленточный пресс, где происходит отделение воды и сгущение мезги до 18% сухого вещества. Отделённая вода в целях экономии и увеличения выхода крахмала (т. к. в мезге остаётся небольшое количество крахмала) возвращается на центробежные сита, где используется повторно.

Сгущённая мезга отводится в сборник-накопитель, из которого может использоваться для корма животных и других целей.

На основании изученного и детально проработанного материала предложен и подробно описан наиболее эффективный технологический процесс с точки зрения энергозатрат, максимального выхода крахмала и с учётом небольшой производительности (300 т/сутки). Данная линия повышает степень выделения картофельного крахмала на 1,5-2%, что приводит к снижению затрат на единицу выпускаемой продукции. При использовании в ней оборотных схем водоснабжения, практически, ликвидируются сточные воды, а получаемые побочные продукты (6-8% сухих веществ) эффективно реализуются на кормовые цели. В связи с этим отпадает возможность применения дорогостоящего оборудования для очистки воды от отходов.

### Выводы

По результатам анализа проведенных исследований обоснована технологическая схема комплекса для получения крахмала из картофеля.

С целью повышения эффективности выделения крахмала предложена усовершенствованная конструкция гидроциклонной установки.

Проведенные испытания усовершенствованной гидроциклонной установки на Линовском крахмальном заводе показали, что оптимальное рабочее давление насоса – 0.4-0.6 МПа, а увеличение концентрации крахмала на каждой секции происходит в 2.5 раза.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Ловкис, З.В. Технология крахмала и крахмалопродуктов: учеб. пособие/ З.В. Ловкис, В.В. Литвяк, Н.Н. Петюшев. – Минск: Асобны, 2007. – 178 с.
2. Технология переработки продукции растениеводства: учеб. пособие для вузов/ Н.М. Личко [и др.]; под общ. ред. Н.М. Личко. – М.: Колос, 2000. – 552 с.

3. Панфилов, В.А. Машины и аппараты пищевых производств/ В.А. Панфилов, В.Я. Груданов. – Минск: Высшая школа, 2007. – С. 52-57.

4. Оборудование пищевых производств. Материаловедение: учеб. для вузов / Ю.П. Солнцев

[и др.]; под общ. ред. Ю.П. Солнцева. – Санкт-Петербург: Профессия, 2003. – 526 с.

УДК 633.15

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 21.11.2007

## **ВОЗДЕЛЫВАНИЕ КУКУРУЗЫ ПО ГРЕБНЕВОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

**В.С. Лахмаков, канд. техн. наук, доцент, В.В. Антонович, аспирант, А.Е. Лавринович, аспирант, С.А. Вайтович, студент (УО БГАТУ)**

### **Аннотация**

*Приведены особенности технологии выращивания кукурузы на зерно и силос, освещены приемы астраханской технологии, изложена сущность технологии возделывания кукурузы на гребнях, представлены данные полевых исследований локального внесения удобрений при посеве кукурузы с последующим нарезанием гребней и на их основании сделаны выводы.*

### **Введение**

По урожайности и кормовым качествам кукуруза превосходит все другие зернофуражные культуры. Зерно кукурузы имеет высокую энергетическую ценность, её выращивание может сыграть стабилизирующую роль в производстве зернофуража, поскольку в неблагоприятные для зерновых культур годы, когда они в ранней фазе созревания подвержены засухе, урожайность кукурузы остается высокой. Есть и другие достоинства при выращивании кукурузы на зерно: возможность длительной уборки без потерь (до одного месяца), отсутствие полегания на высоком фоне плодородия или заправки удобрениями. В кормлении скота кукурузе, как основной силосной культуре, отводится ведущая роль. Но, к сожалению, технология её возделывания в большинстве хозяйств не отвечает требованиям, которые предъявляют все интенсивные культуры. Поэтому в последние годы, даже при существенном увеличении посевных площадей, валовые сборы зеленой массы падают.

### **Основная часть**

Кукурузе принадлежит решающая роль в создании прочной кормовой базы, так как из нее получают самый дешевый и наиболее питательный корм в виде зеленой массы, силоса и зерна.

Технологии возделывания кукурузы на зерно и силос имеют свои особенности.

Основой технологии возделывания кукурузы на зерно является внесение оптимальных доз высокоэффективных и быстро разлагающихся гербицидов, органических и минеральных удобрений, также необходимо обязательное выравнивание поверхности

поля, применение набора различных по скороспелости высокопродуктивных и надежно вызревающих гибридов. Технология включает специальные приемы агротехники, доведение почвы до минимального количества обработок, эффективное использование комплекса высокопроизводительной техники, точное выполнение всех работ в точно заданные сроки и с высоким качеством.

Интенсивная технология позволяет получить не менее 5...6 т зерна с каждого гектара посевной площади и сократить затраты труда и средств. Число обработок почвы сокращается с 15...17 до 10...12. При этом основную обработку почвы максимально используют для уничтожения сорняков с учетом предшественников, степени и характера засоренности каждого поля, а также почвенно-климатических условий возделывания кукурузы.

При выращивании кукурузы после грубостебельных культур или кукурузы, перед вспашкой измельчают стеблевые и корневые остатки дисковыми лущильниками или тяжелыми дисковыми боронами в двух противоположных направлениях. Вспашку проводят плугами на глубину 27...30 см, а на смытых, малогумусных черноземах, дерново-подзолистых, каштановых и других почвах – на глубину пахотного слоя. Осенью под вспашку вносят органические и минеральные удобрения – всю норму фосфора и калия и половину нормы азотных удобрений. Другую их половину вносят под предпосевную подготовку почвы. После вспашки выравнивают развальными борозды и свальные гребни. Весной, при наступлении физической спелости, почву выравнивают волокушами или выравнивателями под углом 45° к направлению вспашки.