

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»

Кафедра «Технологическое оборудование животноводства и перерабатывающих производств»

Х.М. Исаев, А.И. Купреенко, В.Е. Гапонова, Е.И. Слезко

ВАЛЬЦОВЫЕ СТАНКИ

**Методические указания по выполнению лабораторных
и самостоятельных работ для студентов
очной и заочной формы обучения**

по направлению 35.03.06 Агроинженерия
профиль Технологическое оборудование для хранения
и переработки сельскохозяйственной продукции

Брянская область
2016

УДК 664.3.032.4(07)

ББК 34.63-5

В. 28

Исаев Х.М., Купреенко А.И., Гапонова В.Е., Слезко Е.И. Вальцовые станки: методические указания по выполнению лабораторных и самостоятельных работ для студентов очной и заочной формы обучения по направлению 35.03.06 Агроинженерия профиль Технологическое оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции / Х.М. Исаев, А.И. Купреенко, В.Е. Гапонова, Е.И. Слезко. – Брянск.: Издательство Брянского ГАУ, 2016. – 76 с.

Методические указания по выполнению лабораторных и самостоятельных работ для студентов очной и заочной формы обучения по направлению 35.03.06 Агроинженерия профиль Технологическое оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции.

Рецензент: к.т.н., доцент директор ГБОУ СПО «Брянский строительный колледж имени профессора Н.Е. Жуковского» Куличенко А.И.

Рекомендовано к изданию методической комиссией инженерно-технологического факультета Брянского ГАУ, протокол №11 от 7 июля 2016 года.

© Брянский ГАУ, 2016
© Исаев Х.М., 2016
© Купреенко А.И., 2016
© Гапонова В.Е., 2016
© Слезко Е.И., 2016

Содержание

Лабораторная работа № 1 Изучение конструкции вальцового станка и принципа его работы	4
Лабораторная работа № 2 Определение геометрических параметров рифлей вальца	45
Лабораторная работа № 3 Определение величины силы, необходимой для перемещения поплавка автомата вальцового станка	49
Лабораторная работа № 4 Определение удельной нагрузки на вальцовый станок	51
Лабораторная работа № 5 Определение сопротивления поплавка при движении в продукте	55
Лабораторная работа № 6 Определение мощности привода вальцов и усилий, действующих на вальцы при размоле продукта	61
Контрольные вопросы	69
Задачи	70
Тестовые задания	71
Литература	75

Лабораторная работа № 1

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ ВАЛЬЦОВОГО СТАНКА И ПРИНЦИПА ЕГО РАБОТЫ

Цель работы. Изучить конструкцию вальцового станка, принцип его работы, взаимодействие поплавок с движущимся продуктом в питающей трубе.

Оборудование. Если имеется вальцовый станок в лаборатории, то в связи одной из секций станка, а также в корпусах узлов делают смотровые окна и вырезы, позволяющие визуально изучать конструкцию и принцип работы станка и его узлов.

Порядок выполнения работы. Задание выполняет каждый студент. Время, отводимое на выполнение задания, 2 ч занятий и 1 ч внеаудиторной работы.

Вальцовый станок изучают по структурным составляющим. Составляют кинематическую схему станка и его механизмов, определяют основные параметры станка, порядок его включения и выключения. Особое внимание обращают на конструктивные особенности станка и его узлов: на привально-отвальный механизм, на механизм аварийного отжима вальцов, на настройку вальцов для установления требуемого зазора между ними, на аспирацию станка.

Основные параметры и рабочие органы вальцовых станков.

В мукомольной промышленности используются несколько основных типов станков, как отечественного производства, так и импортных. Принцип действия станков одинаков, но имеются отличия в конструктивном исполнении: технологические характеристики зависят от типов и конструктивных особенностей вальцовых станков.

Рабочая часть вальцов представляет собой выполненный из специального чугуна цилиндр диаметром чаще всего 250 мм и длиной 800, 1000 и 1250 мм. Изготавливают вальцы также диаметром 185 и 300 мм и длиной 400, 500 и 600 мм, а также 1500 мм.

По количеству мелющих валков станки подразделяются на двухвалковые, четырехвалковые и восьмивалковые. По конструктивному исполнению они подразделяются на станки с диагональным и с горизонтальным расположением мелющих валков. С целью предотвращения чрезмерного нагрева продуктов размола валки охлаждаются.

По типу системы охлаждения валков станки подразделяются на станки с водяным и воздушным охлаждением валков.

По исполнению выпуска измельченного продукта станки подразделяются на станки с нижним и с верхним забором продукта.

Отечественные заводы оснащены в основном станками типа А1-БЗН. Эти станки являются четырехвалковыми с диагональным расположением валков и с водяным охлаждением. Это в основном станки относительно устаревшей конструкции, такие модели в настоящее время зарубежные машиностроительные заводы не выпускают. Станки серии А1-БЗН допускают меньшие нагрузки на 1 см мелющих валков, имеют менее совершенные межвальцовые передачи и приемно-распределительные устройства, диагональное расположение рабочих валцов, и в результате уступают по экономическим и эксплуатационным характеристикам современным моделям.

Учитывая, что еще достаточно много заводов используют станки серии А1-БЗН, рассмотрим на его примере, а также на примере более современного станка РМ-4 фирмы «Прокоп» (Чехия) основные параметры и рабочие органы вальцовых станков.

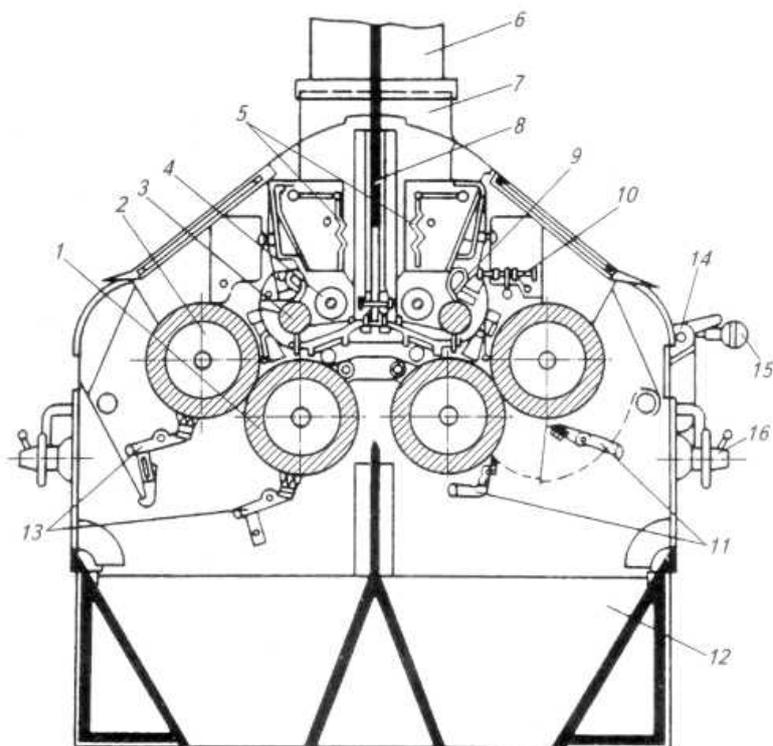
На рисунке 1.1 дана схема вальцового станка А1-БЗН, а на рисунке 1.2 - схема вальцового станка РМ-4.

Вальцовый станок состоит из рабочих органов (мукомольные вальцы), питающего механизма, механизмов управления процессом измельчения, выпускного устройства, привода и системы управления, станины.

Бочка цельного двухслойного вальца (рисунок 1.3) отливается центробежным литьем или в кокиль. Внутренний слой - из серого чугуна, а наружный слой, более износостойкий - из отбеленного чугуна.

В отдельных случаях отливки легируются хромом, никелем и ванадием для повышения износостойкости. Наружный рабочий слой вальца имеет толщину от 15 до 25 мм, что позволяет в течение срока эксплуатации восстанавливать рабочую поверхность уменьшая диаметр. Наиболее распространенные вальцы имеют номинальный диаметр $D_H = 250$ мм. Минимальный диаметр вальца после последнего восстановления рабочей поверхности примерно на 6-7% ниже начального.

Для компенсации прогиба вальца во время эксплуатации поверхность бочки вальца бомбируется*. Наибольшая величина бомбирования достигает 50 мкм на сторону. При шлифовке поверхности вальца биение не должно превышать 15 мкм относительно опорных цапф, а биение бочки вальца в станке - не более 50 мкм.

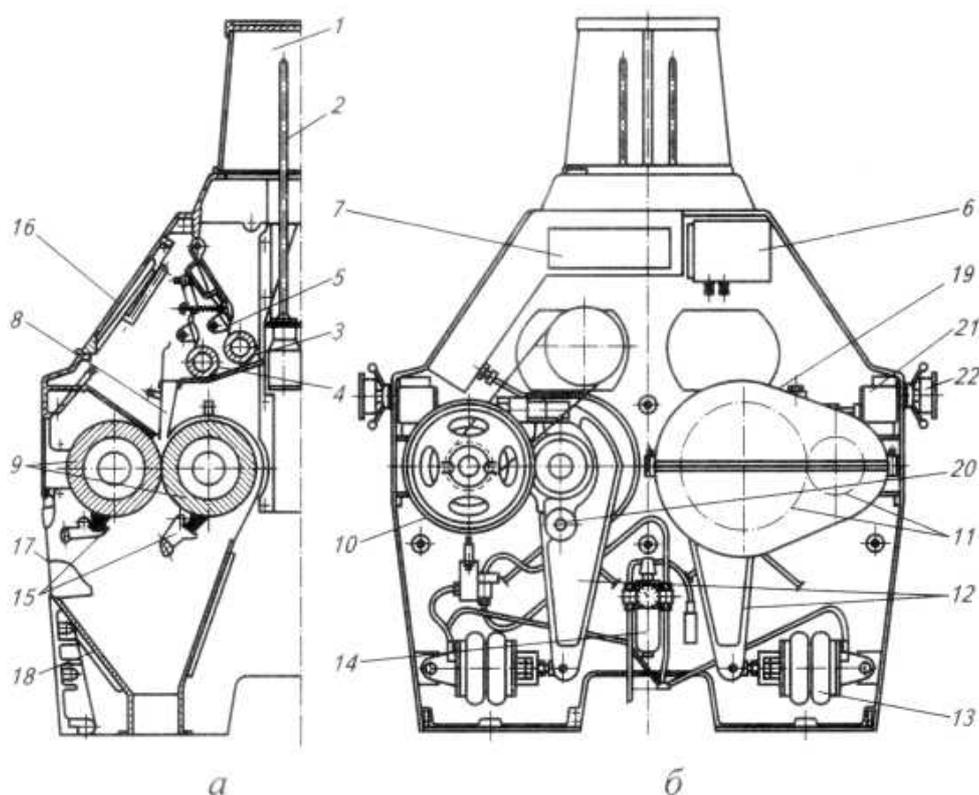


1,2 - вальцы мелющие; 3 - дозирующий валок механизма подачи продукта; 4 - шнековый распределитель продукта; 5 - шторки-датчики; 6 - труба приемная; 7 - горловина; 8 - элемент чувствительного сигнализатора уровня; 9 - заслонка; 10 - регулятор питающего зазора; 11 - ножи-очистители; 12 - бункер выпускной; 13 - щетки-очистители; 14 - привально-отвальный механизм; 15 - механизм точной настройки межвальцового зазора; 16 - механизм настройки вальцов на параллельность

Рисунок 1.1 - Схема вальцового станка А1-БЗН

Для балансировки вальцов с торцов бочки высверлено необходимое число глухих цилиндрических отверстий, в которые затем закладываются свинцовые грузики и пластмассовые заглушки. На заводе-изготовителе обязательно проводится статическая (рисунок 1.4, а) и динамическая (рисунок 1.4, б) балансировки вальцов. Максимально допустимый торцевой дисбаланс - 500 г·см.

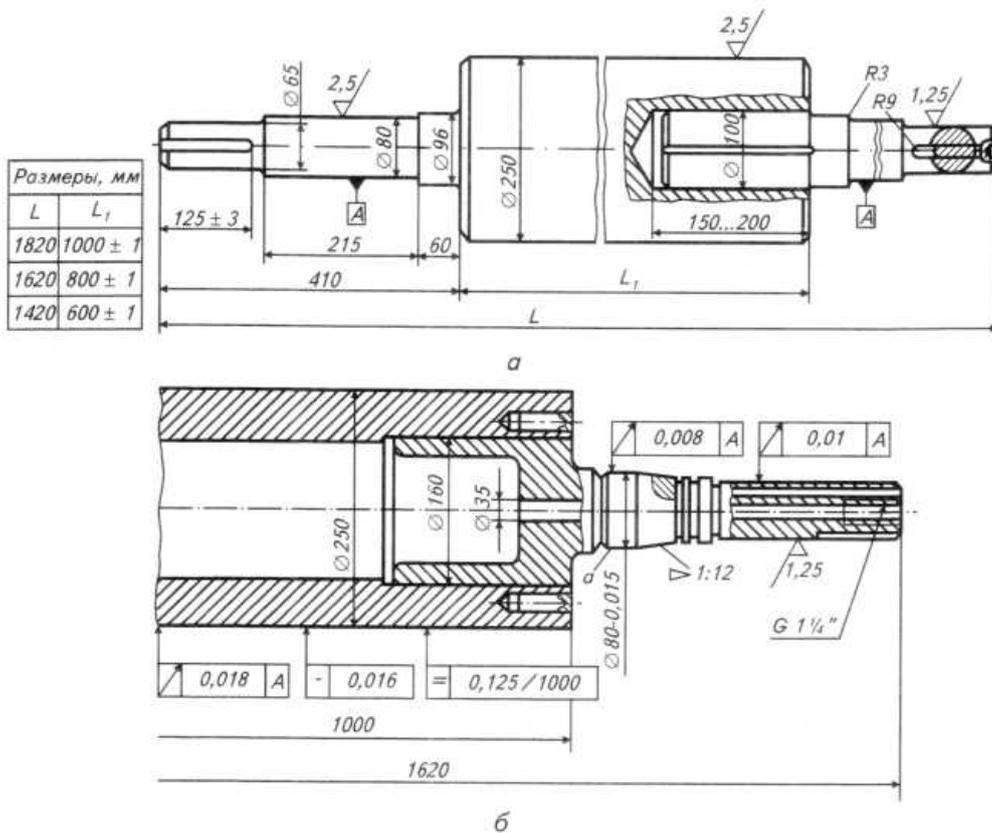
Полые вальцы изготавливаются центробежным литьем. Диаметр внутренней полости бочки - 158 мм, толщина наружного упрочненного слоя составляет 14-20 мм. Твердость поверхности бочки вальца находится в пределах 450-530 НВ.



а - внутри станка, б - на боковине станка; 1 - приемный патрубок; 2 - датчик уровня продукта; 3 - валок дозирующий; 4 - валок распределительный; 5 - заслонка питающая; 6 - сервопривод; 7 - регулятор; 8 - канал направляющий; 9 - вальцы мелющие; 10 - шкив; 11 - шестерни межвальцово́й передачи; 12 - рычаги; 13 - пневмопружины (сильфоны); 14 - фильтр воздушный; 15 - очистители вальцов (щеточные); 16 - дверка верхняя; 17 - дверка нижняя; 18 - приемное устройство измельченного продукта; 19 - межвальцово́я передача; 20 - палец; 21 - механизм настройки режима измельчения; 22 - механизм индикации межвальцового зазора

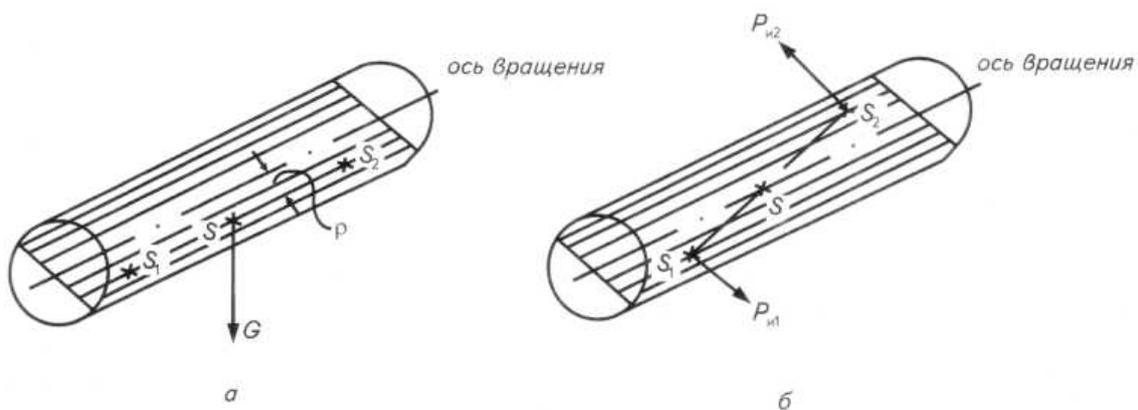
Рисунок 1.2 - Схема вальцового станка РМ-4 фирмы «Прокоп».
Расположение основных узлов

Требования к точности изготовления полых двухслойных вальцов выше. Так, биение бочки вальцов относительно опорных цапф не должно превышать 10 мкм, а биение бочки вальцов в станке - 25 мкм. В торцах вальца предусмотрено по четыре отверстия диаметром 18 мм и глубиной 70 мм для закладки балансировочных свинцовых грузиков при заводской балансировке вальцов.



a - цельного двухслойного; *б* - полоого двухслойного
 Рисунок 1.3 - Конструкция вальцов

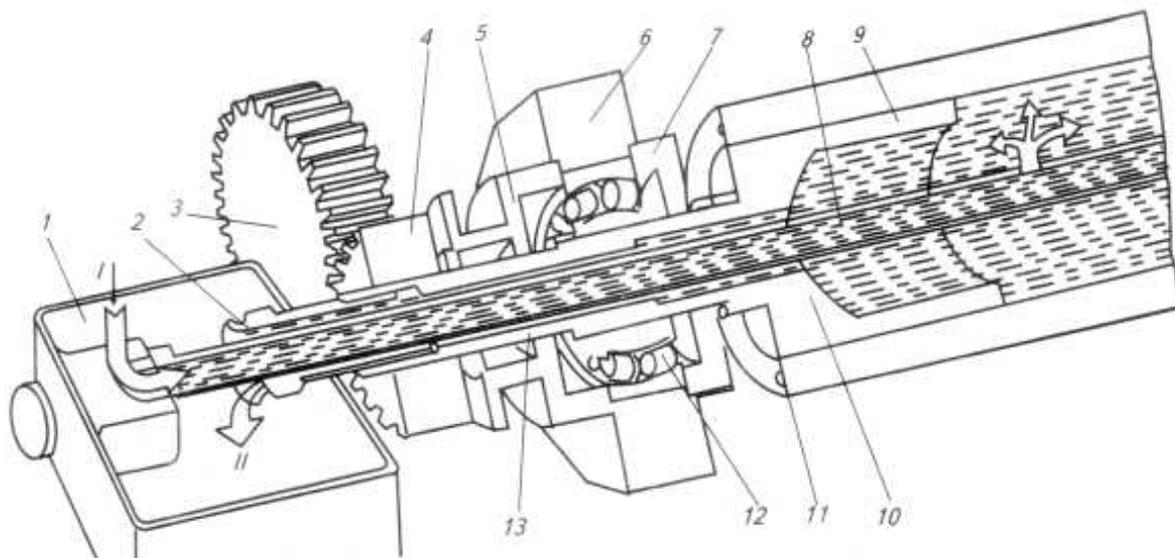
Полая бочка вальца примерно на 30% легче цельной и ее можно охлаждать во время эксплуатации водой. При этом температура поверхности вальца снижается примерно на 15-20 °С.



S_1 - S_2 - главная ось; ρ - расстояние между главной осью и осью вращения; G - сила тяжести; $P_{и1}$, $P_{и2}$ - силы инерции; S - центр массы вальца; S_1 , S_2 - центры масс половин вальца

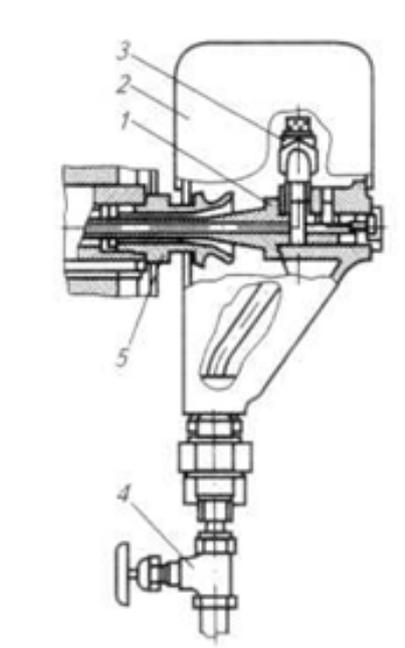
Рисунок 1.4 - Статистическая (*a*) и динамическая (*б*) неуравновешенность вальца

На рисунке 1.5 показан мелющий валец с системой охлаждения, а на рисунке 1.6 устройство для охлаждения такого вальца.



1 - корпус системы охлаждения; 2 - втулка бронзовая; 3 - шестерня большая; 4 - шестерня малая; 5, 7 - крышки корпуса подшипников; 6 - корпус подшипникового узла; 8 - трубка; 9 - цапфа; 10 - валец; 11 - отверстие для балансировочных грузов; 12 - подшипник; 13 - часть цапфы коническая; I - холодная вода; II - горячая вода

Рисунок 1.5 - Мелющий валец с системой охлаждения:



1 - трубка; 2 - корпус; 3 - кран; 4 - вентиль; 5 - насадка

Рисунок 1.6 - Устройство охлаждения вальца станка

При работе вальцового станка за счет распорных усилий между вальцами происходит их деформация.

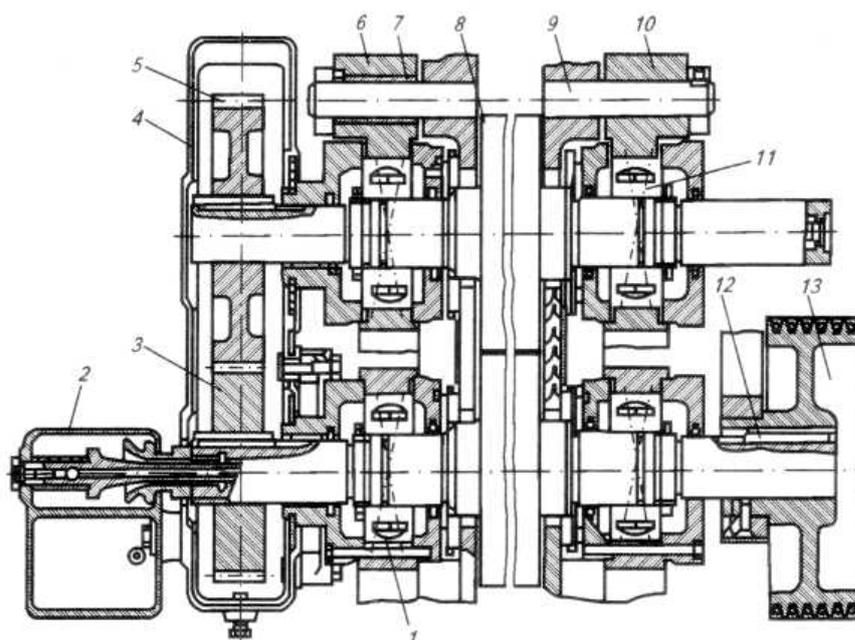
Вальцы в станке А1-БЗН располагают под углом 30° к горизонтали. Мелющие вальцы станка РМ-4 - полые, без водяного охлаждения, расположены горизонтально.

Для оценки стрелы прогиба вальца выделяют отдельные составляющие прогиба, которые определяются разными факторами [8, 29].

Радиальную и осевую нагрузки, действующие на рифленные вальцы при измельчении продукта, воспринимают подшипники. Подшипники 1 (рисунок 1.7) двух верхних вальцов (в каждой половине станка по одному) закреплены в боковине болтами. Нижний валец каждой половины станка может перемещаться относительно верхнего. Это дает возможность регулировать величину зазора между ними, а также обеспечивает мгновенный отвал нижнего вальца при прекращении подачи продукта, что позволяет избежать опасной работы вальцов «рифлями по рифлям». Для этого корпуса подвижных подшипников 6 и 10 установлены на цапфах 9, запрессованных в отверстиях боковины. Корпуса подвижных подшипников имеют разъемные крышки. Один из корпусов этих подшипников сопрягается с цапфой через эксцентриковую втулку 7, вращением которой изменяют взаимное расположение мелющих вальцов и добиваются параллельности их осей вращения.

В корпусах установлены роликовые сферические подшипники 7 и 77, внутренние обоймы которых посажены на конические части цапф вальцов. Демонтируют подшипники с конической части цапфы специальным гидравлическим съемником. Он нагнетает масло через отверстие цапфы вальца в место сопряжения с конической поверхностью внутренней обоймы. На левых концах цапф закреплены шестерни 3 и 5 межвальцовой передачи, которые закрывают кожухом 4.

К кожуху межвальцовой передачи прикреплен корпус 2 устройства охлаждения быстровращающегося вальца (рисунок 1.6). Консольная трубка 7 введена в пустотелый валец и одним концом жестко прикреплена к корпусу. Внутри корпуса (в подводящей магистрали) смонтирован пробковый кран 3. Он открывает и прекращает подачу воды во внутреннюю полость вальца. Отвод воды из вальца в корпус обеспечивает насадка 5, ввернутая в резьбовое отверстие цапфы. При замене вальцов подачу воды перекрывают вентилем 4, закрепленным на подводящей вертикальной трубе.



1, 11- подшипники; 2 - корпус устройства охлаждения; 3, 5 - шестерни межвальцово́й передачи; 4 - кожух; 6, 10 - подвижные корпуса подшипников; 7 - эксцентриковая втулка; 8-мельющие вальцы; 9 - цапфа; 12 - шпонка; 13 - шкив

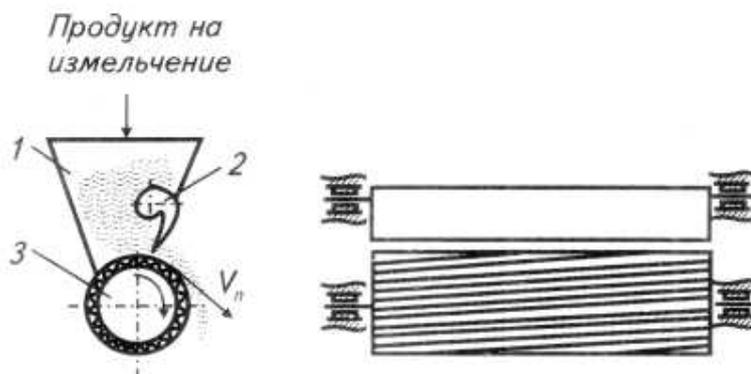
Рисунок 1.7 - Мельющие вальцы с подшипниковыми узлами, приводом и межвальцово́й передачей, А1-БЗН

Питающий механизм (приемно-распределительное устройство) должен обеспечивать равномерную подачу продукта в рабочую зону вальцового станка по всей ее длине. Учитывая большую длину вальцов и существенное различие в сыпучести поступающих продуктов на различных технологических системах, конструктивно решить эту задачу достаточно трудно. Лучшим следует считать решение, когда для вальцовых станков различных технологических систем применен единый принцип с близкой конструкцией узлов.

Учитывая значительные различия сыпучих свойств исходного продукта, его дозирование должно быть принудительным. Этому требованию отвечает валковый питатель с заслонкой (рисунок 1.8).

Поверхность этого валка рифленая, что обуславливает принудительное движение продукта через питающий зазор между валком и заслонкой. Размеры рифлей должны обеспечивать захват продукта и исключать возможность его подачи при полностью закрытой заслонке. Окружная скорость валка должна быть такой, чтобы продукт, с учетом свободного падения, при входе в рабочую зону имел скорость,

примерно равную линейной скорости медленновращающегося вальца. Взаимное расположение питающего устройства и мелющих валцов должно обеспечивать направление подачи продукта на «медленный» валец рабочей зоны.



1 - приемный бункер; 2 - питающая заслонка; 3 - питающий валик

Рисунок 1.8 - Схема простейшего валкового питающего механизма вальцового станка

Сложной является задача равномерного распределения продукта по длине рабочей зоны, а также обеспечения возможно большей скорости подачи продукта в зону измельчения.

При конструировании питающего устройства предусматриваются дополнительные функции: прекращение подачи продукта в случае ручного или автоматического отведения медленновращающегося вальца от быстро вращающегося на значительную величину («отвал» медленно вращающегося вальца). И, наоборот, в случае «привала» медленно вращающегося вальца питающее устройство должно автоматически обеспечить подачу продукта. В случае «привала» медленно вращающегося вальца без продукта в рабочей зоне возможно аварийное состояние. На вальцовом станке может быть установлен минимальный рабочий зазор между вальцами (особенно на размольных технологических системах) для достижения требуемой степени измельчения. В рабочем состоянии под действием распорных усилий вальцы смещаются за счет зазоров в подшипниках, а также несколько прогибаются. В случае прекращения подачи продукта в рабочую зону вальцы существенно приближаются друг к другу и может произойти их касание (при наличии сверхнормативных биений - особенно ин-

тенсивное). В результате нарушается рабочая поверхность валцов и создается взрывоопасная ситуация в связи с образованием искр и наличия опасных концентраций мучной пыли. В этой связи приемное устройство должно обеспечить автоматический «отвал» и «привал» медленновращающегося вальца в случае прекращения или возобновления подачи продукта на вальцовый станок.

Все эти дополнительные требования усложняют конструкцию питающего устройства.

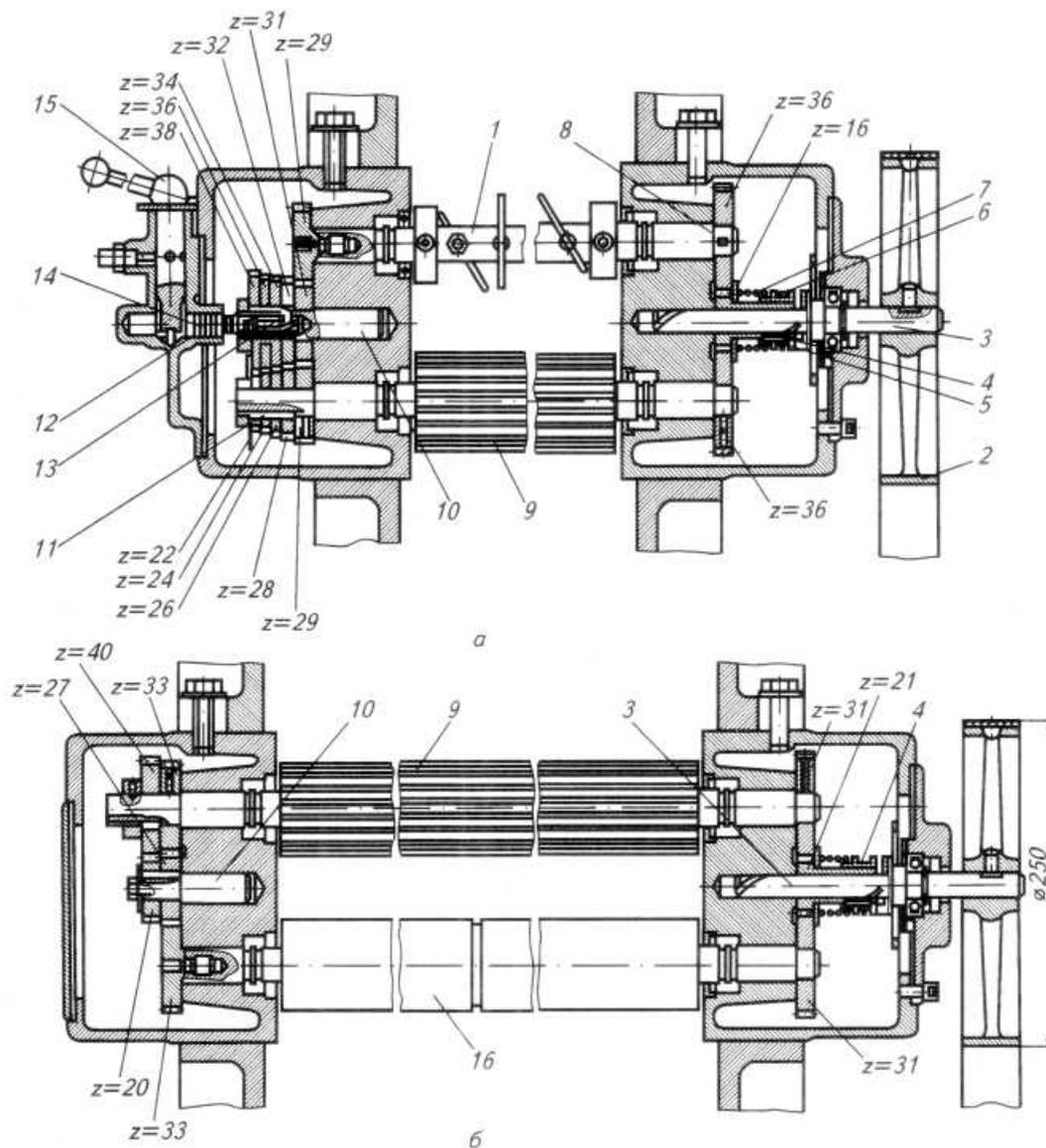
У вальцовых станков типа А1-БЗН конструкции питающих устройств имеют четыре модификации. Для 1-й драной системы, где исходным продуктом является хорошо сыпучее зерно, используется один дозирующий валок и питающая заслонка. Валок имеет 50 продольных рифлей с небольшим углом наклона к образующей ($1^{\circ} 30''$).

Для остальных драных систем кроме дозирующего вала применен питающий шнек (рисунок 1.9, а), который распределяет трудносыпучий продукт по длине. Шнек 1 имеет центральные лопасти, расположенные перпендикулярно его оси, а боковые лопасти развернуты к ней под углом, так что исходный продукт перемещается от центра к периферии. В этой конструкции дозирующий валок имеет более крупные рифли (20 для 2-й, 3-й и 4-й крупных драных систем и 30 для 3-й и 4-й мелких драных систем).

Питающие устройства для вальцовых станков размольных систем вместо шнека имеют распределительный валик такого же диаметра, как и дозирующий, но с кольцевыми поперечными рифлями (рисунок 1.9, б). Дозирующий валик имеет 50 продольных рифлей. Для 11-й и 12-й размольных систем используется четвертая модификация с дозирующим и распределительным валками, но с возможностью изменять их скорости.

Кинематика всех модификаций различается. Вторая и четвертая модификации в приводе имеют четырехскоростную коробку передач. В первой и третьей модификациях вместо коробки передач предусмотрен двухступенчатый редуктор.

Все модификации имеют муфту сцепления 4, которая позволяет прекратить подачу продукта в рабочую зону в случае «отвала» медленновращающегося вальца. Вывод из зацепления подвижной полумуфты производится вилкой 6 и тягой (на чертеже не показана), соединенной с механизмом «отвала». Включение полумуфты производится той же тягой с помощью вилки 6 и пружины 7.



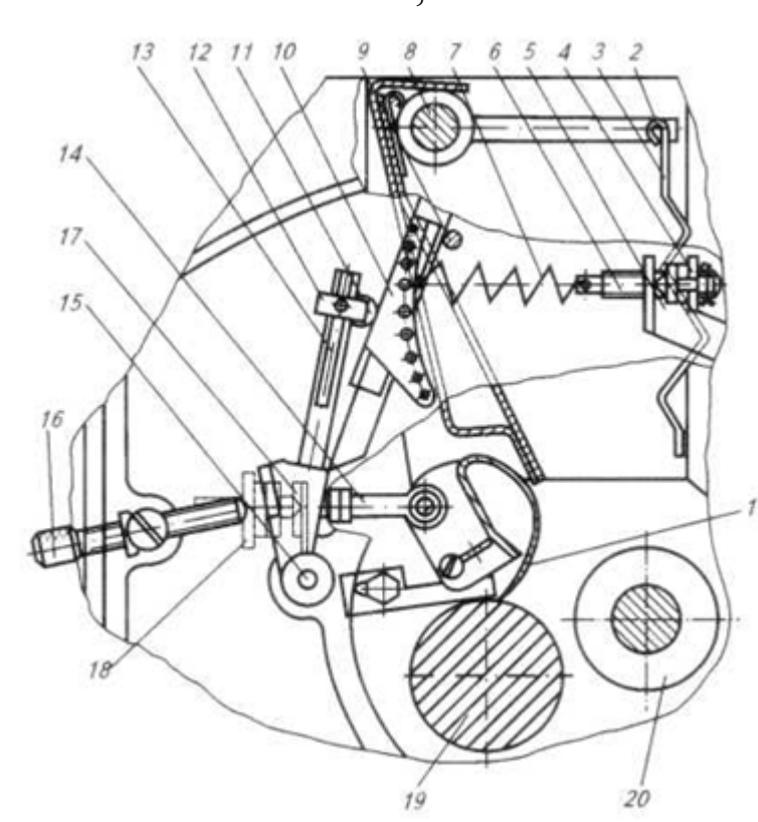
a - для станков драных систем (кроме I драной системы); *б* - для станков размольных систем с гладкими вальцами (кроме II размольной системы); 1 - шнек; 2 - шкив; 3, 10 - вал; 4 - муфта; 5, 8, 11, 13 - шпонка; 6 - вилка; 7 - пружина; 9 - дозирующий валик; 12 - рейка; 14 - шестерня; 15 - рукоятка; 16 - распределительный валик

Рисунок 1.9 - Привод питающего устройства вальцового станка типа А1-БЗН

Механизм управления питающей заслонкой показан на рисунок 1.10.

Поворот заслонки 1 производится с помощью тяги 14. Требуемый зазор между дозирующим валком и питающей заслонкой устанавлива-

ется гайкой 18. При работе вальцового станка под нагрузкой действует автоматическая система регулирования, поддерживающая примерно одинаковый уровень продукта в приемном патрубке станка. Все элементы этой системы механические. Датчиком служат две гофрированные пластины 5, свободно подвешенные на оси 2. Пластины-датчики омываются продуктом и при его движении испытывают усилие, направленное вниз и пропорциональное высоте столба продукта. Усилие на пластинах достаточно для поворота рычагов 5, 70, 13 и 77. Последнее звено рычажной системы - рычаг 77 находится во внутренней полости вальцового станка и шарнирно связан с тягой 14. Соотношение плеч рычагов (передаточное отношение) может изменяться перестановкой державки 72 с роликом 77, контакт между рычагами 10 и 13 скользящий. Задатчиком системы управления является пружинный механизм, состоящий из пружины 7, гайки 4, с помощью которой можно изменять ее натяжение, и планки 10 с отверстиями.

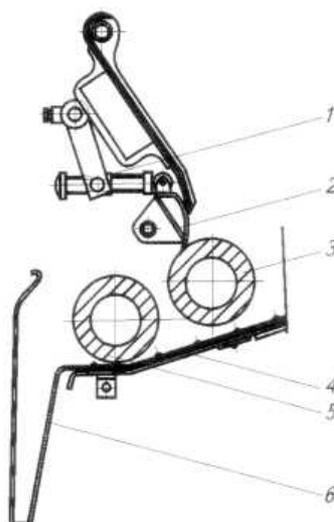


1 - заслонка питающая; 2 - ось; 3 - гофрированная пластина-датчик; 4 - гайка; 5, 10, 13, 17 - рычаги; 6 - винт; 7 - пружина; 8, 15 - вал; 9 - упор; 11 - ролик; 12 - державка; 14 - тяга; 16 - винт ограничительный; 18 - гайка; 19 - дозирующий валик; 20 - шнек

Рисунок 1.10 - Механизм управления питающей заслонкой вальцового станка типа А1-БЗН

Натяжение пружины или ее перестановка в нижнее отверстие вызовет увеличение уровня продукта в приемном патрубке. В конструкции предусмотрены ограничители пределов регулирования - упоры 9 и винты 16.

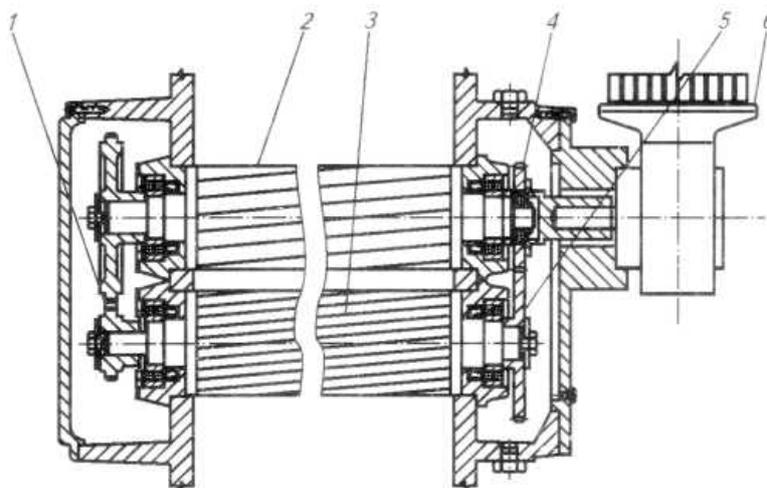
Основные элементы питающего механизма вальцового станка РМ-4 фирмы «Прокоп» показаны на рисунке 1.11. Дозирующий валок 3 и питающая заслонка 2 обеспечивают равномерную подачу продукта на распределительный валок 5, в направляющий канал 6 и в межвальцовый зазор вальцового станка. В модификациях питающих механизмов, предназначенных для измельчения трудносыпучих продуктов, дозирующий валок заменен распределительным шнеком, а его роль выполняет передний валок. В этом случае питающая заслонка устанавливается над передним питающим валком.



1 - винт ручного управления питающей заслонкой; 2 - питающая заслонка; 3 - валок дозирующий; 4 - дно питающего устройства; 5 - валок распределительный; 6 - направляющий канал

Рисунок 13.11 - Схема питающего механизма станка РМ-4

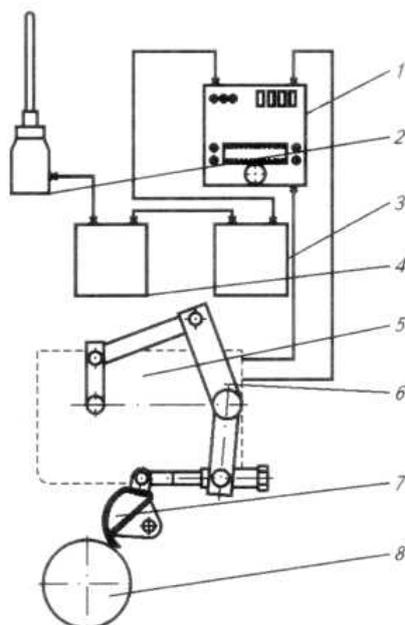
Устройство и привод питающих валков показаны на рисунке 1.12. Движение передается от мотор-редуктора 6 через пару шестерен 4, 5 на передний распределительный валок 3, который вращается с большей скоростью, чем дозирующий (передаточное отношение 1:3,33). В левом картере размещена цепная передача на дозирующий валок. В отличие от станков типа БЗН здесь дозирующую функцию выполняет первый валок 3, а второй 5 (распределительный) подает продукт непосредственно в зону измельчения.



1 - цепная передача; 2 - валок дозирующий; 3 - валок распределительный; 4, 5 - шестерни; 6 - мотор-редуктор

Рисунок 1.12 - Устройство и привод питающих валков станка РМ-4

Структурная схема автоматического управления подачей продукта в рабочую зону показана на рисунке 1.13. Регулирующим органом системы является питающая заслонка 7, с помощью которой изменяется величина зазора между заслонкой и дозирующим валком 8.



1 - регулятор; 2 - датчик уровня продукта; 3 - измерительный блок; 4 - информационный блок; 5 - сервомотор; 6 - рычаги; 7 - заслонка питающая; 8 - валок дозирующий

Рисунок 1.13 - Структурная схема автоматического управления подачей продукта в рабочую зону станка РМ-4

Исполнительным механизмом служит сервомотор 5. Основным датчиком системы является емкостный электрический зонд 2, установленный в приемном патрубке вальцового станка. Второй электрический емкостный датчик (сенсор) установлен в зоне под мелющими вальцами.

Система автоматического управления подачей продукта обеспечивает следующие функции: поддерживает заданный уровень продукта в приемном патрубке станка; при определенном минимальном уровне продукта в приемном патрубке прекращает подачу продукта и отводит медленновращающийся валец от быстро вращающегося («отвал» вальца); при увеличении уровня продукта после «отвала» выше 75% длины стержня емкостного датчика вальцы «приваливаются» и подача продукта возобновляется. С помощью сенсора обеспечивается световая (возможна и звуковая) сигнализация о подпоре продуктом вальцового станка.

Заданный уровень продукта поддерживается регулятором 1 на основе выбранного задания и сигнала, полученного с датчика. Предусмотрено два преобразующих блока сигнала датчика в электрический сигнал от 0 до 20 мА. Один 4 - информационный, а второй 3 является измерительным блоком регулятора. Через систему рычагов 6 сервомотор управляет положением заслонки 7. Предусмотрена также возможность ручной регулировки питающей заслонки. Фактическое положение заслонки можно контролировать на панели управления станка с помощью светодиодов.

При снижении уровня продукта до 45% высоты стержня емкостного датчика (для станков с длиной вальцов 1000 мм) регулятор обеспечивает срабатывание электромагнитного клапана и вальцы «отваливаются», одновременно отключается серводвигатель привода питающего механизма. Автоматически рабочее положение станка восстановится при заполнении продуктом питающего патрубка на 75% высоты стержня емкостного датчика.

Предусмотрена возможность ручного управления. Для этого необходимо на панели управления станка установить переключатель из положения «автоматическое» в положение «ручное» и кнопками «заслонка вверх» и «заслонка вниз» переставить регулируемую заслонку в нужное положение, пользуясь информацией о ее фактическом положении по шкале светодиодов.

На панели управления также предусмотрена вторая шкала свето-

диодов, которая дает информацию о загрузке двигателя привода станка по току в процентах от номинального значения.

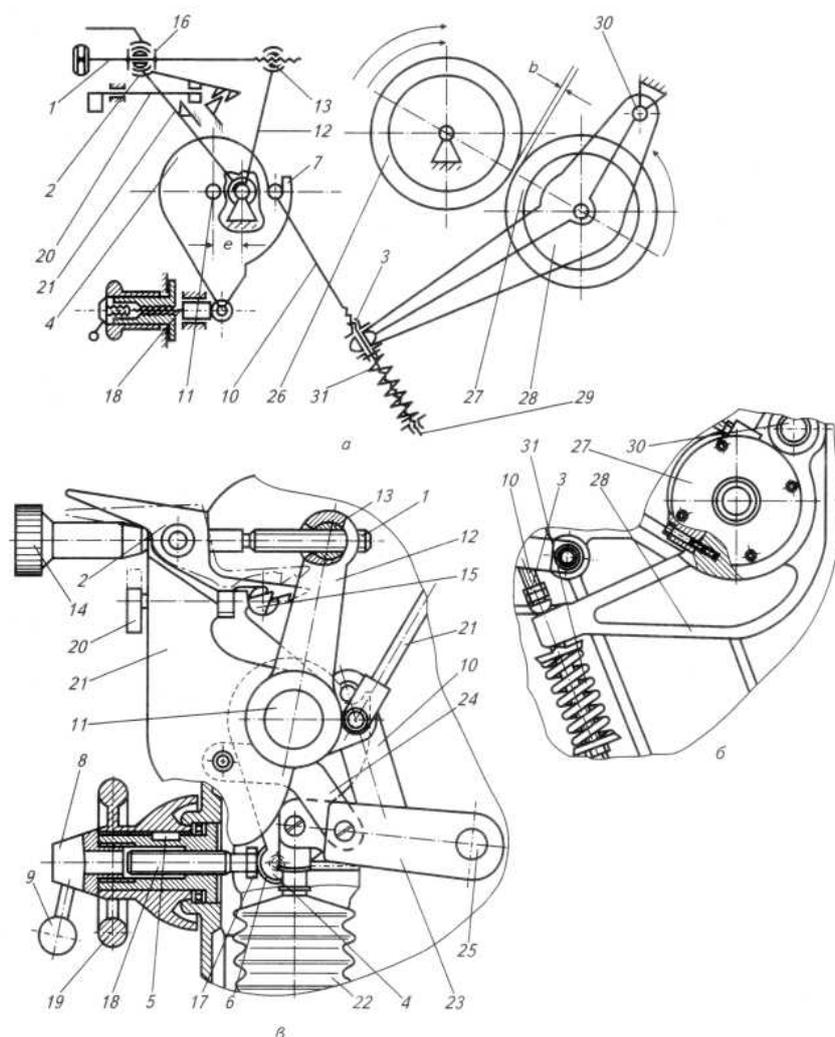
Механизмы управления процессом измельчения. В вальцовом станке предусмотрены следующие механизмы управления процессом измельчения. Ручной и автоматический «привал» и «отвал» медленновращающегося вальца, ручная настройка режима измельчения (механизм настройки вальцов на параллельность и их параллельное сближение). В последних модификациях вальцовых станков ряда фирм имеется устройство, информирующее о фактической величине межвальцового зазора. Управление межвальцовым зазором построено на перемещении медленновращающегося вальца относительно быстро вращающегося. Автоматический «привал» и «отвал» медленно вращающегося вальца предотвращает аварийный режим работы в «приваленном» состоянии вальцов без продукта в рабочей зоне. Эта функция обеспечивается электронной системой автоматического регулирования с датчиком уровня продукта в приемном патрубке. Исполнительным механизмом, как правило, является пневмоцилиндр.

У станков типа А1-БЗН всех модификаций предусмотрено раздельное регулирование параллельности вальцов и параллельное их сближение. Устройство этих механизмов показано на рисунке 1.14. Подшипниковые узлы медленновращающегося вальца 27 закреплены на локтевых рычагах 28, которые шарнирно соединены с пальцами 30, жестко закрепленными на станине станка. Поворачиваются локтевые рычаги с помощью тяг 10, которые соединены с рычагами 4. Эти рычаги свободно подвешены на шейке эксцентрикового валика 77, закрепленного в боковинах станины на подшипниках скольжения. Поворот эксцентрикового валика производится с помощью рычага 12 и пары винт 7 и гайка 13 (гайка шарнирно вмонтирована в рычаг 72). Винт 7 может только поворачиваться с помощью рукоятки 14. Положение винта относительно станины зафиксировано с помощью пружинной защелки 2 и упора 75.

При повороте рукоятки 14 гайка 13 перемещается и рычаг 12 поворачивает эксцентриковый валик. Левый и правый рычаги на эксцентриковых шейках либо поднимаются, либо опускаются. Тяги поворачивают оба локтевых рычага на один и тот же угол. Межвальцовый зазор изменится на одну и ту же величину по всей длине рабочей зоны.

Настройка вальцов на параллельность производится двумя механизмами. Они позволяют поворачивать рычаги независимо. Для этого

на конце каждого из этих рычагов установлен ролик 6, который упирается в толкатель 17 винта 18, перемещаемого гайкой со штурвалом 19.



а - схема механизмов; б - конструкция узла крепления подвижного подшипникового узла медленно вращающегося вальца; в - конструкция механизмов регулирования межвальцового зазора; 1 - винт; 2 - защелка; 3, 29 - гайки; 4 - рычаг; 5 - шпонка; 6 - ролик; 7 - проушина; 8 - стопорная головка; 9, 14 - рукоятка; 10, 21 - тяги; 11 - эксцентриковый валик; 12 - рычаг; 13 - гайка; 15 - упор; 16 - ограничитель; 17 - толкатель; 18 - винт; 19 - штурвал; 20 - переключатель; 21 - рычаг фигурный; 22 - пневмоцилиндр; 23, 24 - рычаги; 25, 30 - палец; 26 - валец быстро вращающийся; 27 - валец медленно вращающийся; 28 - рычаг локтевой; 31 - пружина

Рисунок 1.14 - Устройство механизмов регулирования межвальцового зазора вальцового станка типа А1-БЗН

Длины рычагов, эксцентриситет шеек валика и шаг винта 1 подобраны таким образом, что при повороте рукоятки 14 на один оборот межвальцовый зазор изменяется примерно на 60 мкм.

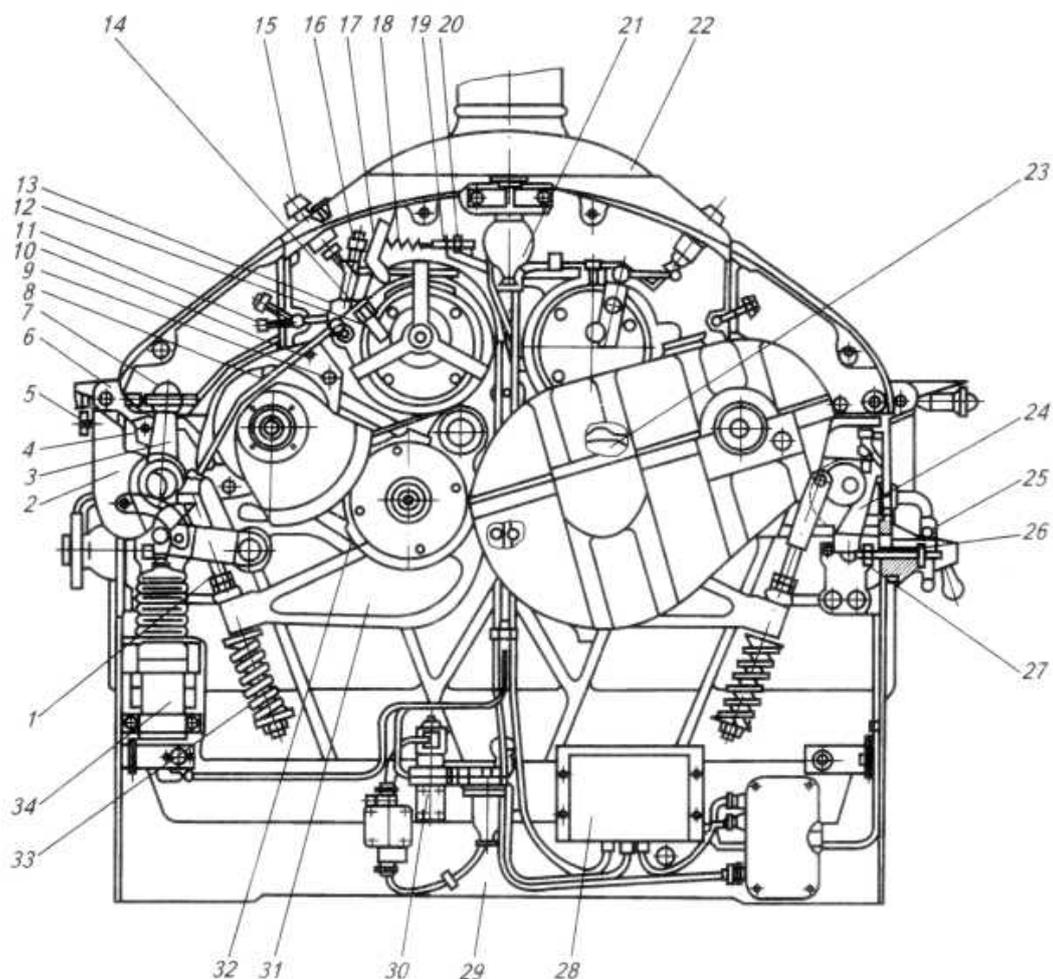
Для ручного «отвала» медленновращающегося вальца необходимо освободить защелку 2 и повернуть рычаги 21 и 12 против часовой стрелки. При этом эксцентриковый валик 11 повернется на большой угол и существенно (на 2-3 мм) увеличит межвальцовый зазор. «Привал» осуществляется в обратной последовательности.

При работе станка в автоматическом режиме защелка удерживается в открытом положении переключателем 20, а фигурный рычаг 21 и вместе с ним рычаг 12 и эксцентриковый валик удерживаются в рабочем положении с помощью пневмоцилиндра 22 и рычагов 23, 24. Рычаг 23 шарнирно закреплен на пальце 25, впрессованном в боковую станину станка. «Отвал» медленновращающегося вальца при работе в автоматическом режиме производится с помощью электромагнитного пневмоклапана 30, смонтированного на внешней стороне боковины станка (рисунок 1.15). Сигнал управления формируется от емкостного датчика уровня продукта, установленного в приемном патрубке станка, в первичном и вторичном преобразователях. Конечный сигнал управления подается выходным электромагнитным реле, которое включает или отключает электромагнитную катушку пневмоклапана. Предусмотрена также возможность ручного «отвала» при автоматическом режиме работы станка. С этой целью пользуются пневмопереключателем 15, который через двухходовый распределитель воздуха быстро сбрасывает давление в пневмоцилиндре.

Контроль межвальцового зазора производится вручную с помощью щупов (набора калиброванных пластин определенной толщины) при неподвижных «приваленных» вальцах.

Настройка режима измельчения при работе вальцового станка под нагрузкой производится с контролем степени измельчения на рассевке-анализаторе. Пробы продукта из-под станка отбираются из центральной части и по краям вальцов. В отдельных последних модификациях вальцовых станков ряда фирм имеется устройство информации о величине межвальцового зазора.

Механизм настройки режима измельчения вальцового станка РМ-4 фирмы «Прокоп» (рисунок 1.16) предусматривает возможность перемещения медленновращающегося вальца относительно быстро-вращающегося. Подшипниковые узлы этого вальца закреплены на

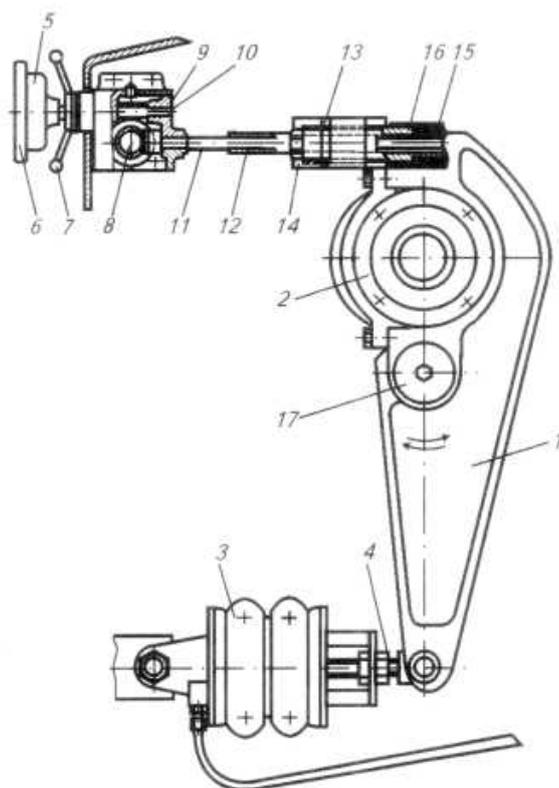


1 - подвеска; 2, 3, 13, 14, 24 -рычаги; 4 -упор; 5 - эксцентрик; 6 - защелка; 7, 19, 27 - винты; 8 - тяга; 9, 10 - болты; 11 - ограничительный винт; 12 - вилка; 15 - переключатель воздухораспределителя; 16 - ролик; 17 - кронштейн; 18 - пружина; 20 - гайка; 21 - головка зонда; 22 - горловина станка; 23, 32 - подшипники; 25 - маховичок; 26 - втулка; 28 - релейный блок; 29 - боковина станины; 30 - электропневматический клапан; 31 - корпус подвижного подшипника (локтевой рычаг); 33 - предохранительная пружина; 34 - пневмоцилиндр

Рисунок 1.15 - Размещение механизмов вальцового станка А1-БЗН на внешней стороне боковины станка

вертикальных рычагах, которые могут поворачиваться относительно цапф, запрессованных в боковины корпуса станка. Нижние концы рычагов перемещаются с помощью пневматических сильфонов 3 при определенном давлении воздуха. Толкатель 4 соединен с рычагом шарнирно. Он имеет резьбу, с помощью которой можно изменять рабочую длину толкателя и устанавливать начальную величину

межвальцового зазора после ремонтной шлифовки валцов. Механизм тонкой регулировки расположен сверху рычага и представляет собой верхний упор рычага, длина которого может плавно изменяться с помощью вала 11 и веретена 12, в конец которого упирается рычаг 1. Вал приводится во вращение маховичком б с помощью червячного и конического редукторов 9, 10 и 8. Веретено 12 при этом перемещается по резьбе, поступательно изменяя общую длину пары «вал-веретено». Межвальцовый зазор практически изменяется на величину этого перемещения.



1 - рычаг; 2 - подшипниковый узел медленновращающегося вальца; 3 - сильфон; 4 - толкатель; 5 - механизм индикации межвальцового зазора; 6 - маховичок; 7 - фиксатор; 8 - редуктор конический; 9 - редуктор червячный; 10 - редуктор; 11 - вал; 12 - веретено; 13 - консоль; 14 - стакан; 15 - пружина; 16 - упор внешний; 17 - цапфа

Рисунок 1.16 - Механизм настройки режима вальцового станка РМ-4 фирмы «Прокоп»

В механизме тонкой регулировки имеется дополнительный внешний упор, ограничивающий минимальный межвальцовый зазор, исключая касание валцов. Он выполнен в виде опорной консо-

ли 13, положение которой фиксируется на нарезной втулке гайкой. При достижении минимального межвальцового зазора стакан 14 упирается в консоль 13 и дальнейшее уменьшение зазора становится невозможным. В стакане 14 расположена пружина 75, обеспечивающая «отвал» медленновращающегося вальца при прекращении подачи сжатого воздуха в сильфон 3.

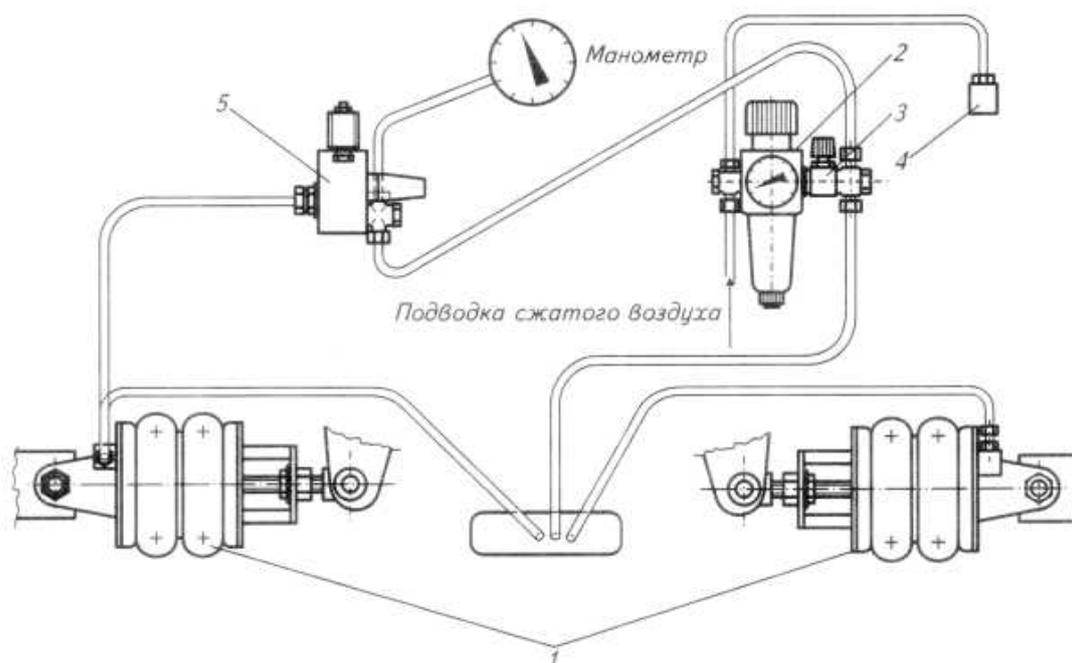
В механизмах тонкой регулировки межвальцового зазора предусмотрен фиксатор положения 7 и устройство индикации 5 упора 16. В центральной части маховичка 6 расположена двойная круговая шкала с двумя стрелками. Большая стрелка показывает в мм величину перемещения упора 16 в пределах одного оборота маховичка 6 (за один оборот межвальцовый зазор изменяется на 0,075 мм), малая стрелка показывает число оборотов. Устройство индикации позволяет персоналу фиксировать начальное положение межвальцового зазора установкой стрелок на ноль или на фактическое значение зазора. При регулировании стрелки отмечают произведенные изменения.

Пропуск твердых предметов через рабочую зону вальцового станка обеспечивается пневматическими пружинами (сильфонами). При повышении распорных усилий на вальцы в случае попадания твердого предмета в рабочую зону рычаг 1 повернется по часовой стрелке и твердый предмет пройдет, не повредив рабочую поверхность вальцов и не вызвав опасного искрообразования.

Автоматический и ручной «привал» и «отвал» медленновращающегося вальца обеспечивается пневматическими исполнительными механизмами (сильфонами) 1 (рисунок 1.17). Давление воздуха в системе поддерживается регулятором 2 с заданием требуемого значения (в пределах 0,4-0,6 МПа) винтами 3. Исполнительная команда на «привал» и «отвал» медленновращающегося вальца обеспечивается электромагнитным клапаном 5 при снижении давления ниже 0,4 МПа (сигнал подается от датчика управления 4), при нажатии соответствующих кнопок на пульте вальцового станка, при снижении уровня продукта в приемном патрубке ниже 45% (для станков с длиной вальцов 1000 мм) и при подпоре продуктом. Для контроля давления имеется два манометра: один - на панели управления на станке, другой - на регуляторе давления.

Привод вальцового станка. В движение приводятся мелющие вальцы и питающие валки. У привода вальцов есть две особенности, которые усложняют разработку совершенного привода. Первая свя-

зана с разным расстоянием между осями новых валцов и после восстановления рабочей поверхности (диаметр валцов, например, для



1 - сильфоны; 2 - регулятор давления воздуха; 3 - винт задания регулятору; 4 - датчик; 5 - клапан электромагнитный

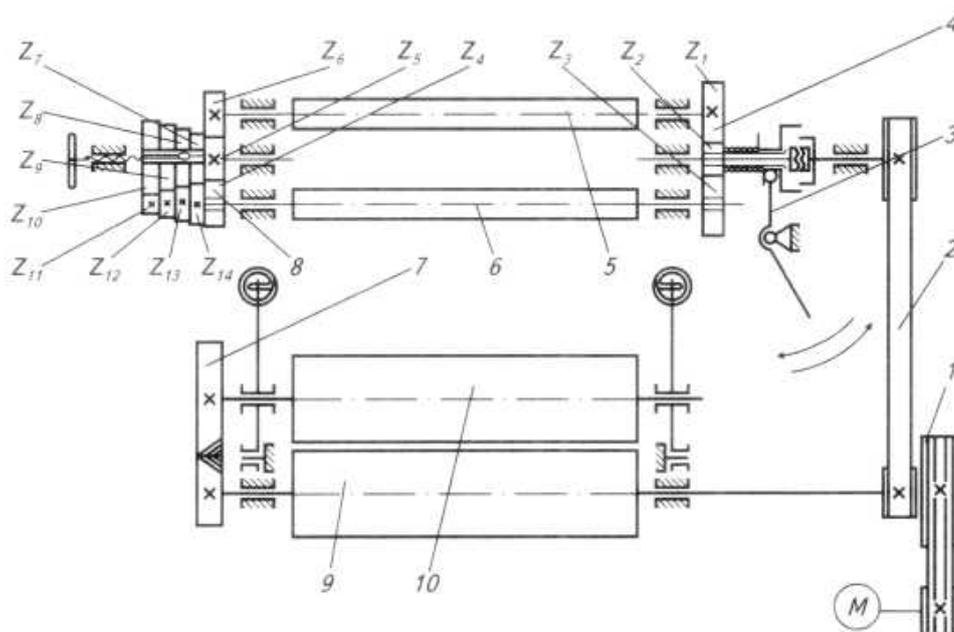
Рисунок 1.17 - Схема пневмомеханизма управления «привалом» и «отвалом» медленновращающегося вальца станка РМ-4

станка типа А1-БЗН изменяется от 252 до 235 мм). Вторая особенность связана с изменением направления энергетических потоков и усилий в системе привода в зависимости от величины нагрузки станка продуктом. Когда нагрузка отсутствует или незначительна, то двигатель приводит во вращение быстро вращающийся валец - и через межвальцовую передачу - медленно вращающийся валец. При определенной (незначительной) нагрузке момент сил трения валцов о продукт, передаваемый на медленно вращающийся валец, будет равен моменту, передаваемому на этот валец через межвальцовую передачу. Третья фаза будет соответствовать нагрузкам, когда момент сил трения будет значительным и для обеспечения требуемого постоянного отношения скоростей $K = v_6 / v_m$ к медленно вращающемуся валцу необходимо приложить соответствующий тормозной момент, и межвальцовая передача должна работать в тормозном режиме.

Наибольшее распространение из-за простоты и высокой надежности получила межвальцовая передача в виде двух косозубых ше-

стерен (станок А1-БЗН). Но с уменьшением диаметров валцов оптимальность зацепления нарушается, и тогда приходится для определенных диаметров валцов применять соответствующие пары шестерен. С изменением нагрузки на валцы и при «отвале» медленно вращающегося валца характер зацепления шестерен изменяется, появляется повышенный шум. Крепление шестерен на полуосях валцов с помощью шпонок вызывает некоторое смещение осей шестерен относительно осей валцов. Это приводит к ускоренному износу и поломке отдельных зубьев.

Кинематическая схема привода валцового станка типа А1-БЗН показана на рисунке 1.18.



1 - шкив; 2 - ремень плоский; 3 - ручка управления муфтой; 4 - шестерни правого картера; 5 - валок питающий дозирующий; 6 - валок питающий распределительный; 7 - межвальцовая передача; 8 - шестерни левого картера; 9 - быстро вращающийся валец; 10 - медленно вращающийся валец

Рисунок 1.18 - Кинематическая схема валцового станка типа А1-БЗН

Передача от двигателя к быстро вращающемуся валцу клиноременная (ремни типа А, их количество зависит от мощности двигателя).

Диаметры шкивов на валу ротора – 150 мм для рифленых валцов и 132 мм для гладких. Диаметр шкива на быстро вращающемся валце - 315 мм. Частота вращения приводного двигателя - около 960 об/мин.

Шестерни межвальцовой передачи косозубые, с шириной колес 55 мм, модулем 6 мм и углом зацепления 15° (нестандартный). Шестерни работают в масляном картере, который болтами прикреплен к корпусу левого подшипникового узла быстровращающегося вальца. Полуось вальца в месте контакта с картером уплотнена резиновым сальником.

Привод питающего механизма производится с помощью плоского ремня от шкива, который выполнен на ступице основного шкива привода быстровращающегося вальца. Следует отметить, что в случае обрыва плоского ремня или его схода со шкива, возникает аварийная ситуация, описанная выше, когда продукт не будет поступать в рабочую зону станка, а вальцы «привалены».

Базовая модель вальцового станка А1-БЗН имеет 21 исполнение, отличающееся вальцами, питающим устройством, приводом, очистителями вальцов. Основной особенностью этой модели является блочное соединение группы станков. Выпускаются также модификации А1-БЗ-2Н и А1-БЗ-3Н для индивидуальной установки.

На различных системах вальцы отличаются друг от друга по параметрам нарезки рифлей. В вальцовых станках А1-БЗН, А1-БЗ-2Н и А1-БЗ-3н применяют вальцы с рифлями, имеющими различия:

- по профилю - с углами $23^\circ/69^\circ$ (для I драной системы секции высокостекловидной пшеницы), с углами $30^\circ/65^\circ$ (для остальных драных систем, кроме IV драной секции высокостекловидной пшеницы), с углами $50^\circ/65^\circ$ (для указанной IV драной и последних размольных систем);

- по плотности нарезки - 4,1-10,2 рифли на 1 см (для драных систем) и 15,3 рифли на 1 см (для последних размольных систем);

- по уклону - 4-8% для драных систем и 10% для последних размольных систем.

Исполнение вальцовых станков отличается устройством подачи продукта, учитывающим его особенности, мощностью электродвигателей. Наиболее нагружен электродвигатель вальцового станка на I драной системе. Его мощность - 18,5 кВт. На последующих системах мощность электродвигателей уменьшается в соответствии с уменьшением количества измельчаемого продукта.

Водяное охлаждение быстровращающегося вальца создает стабильный тепловой режим, что благоприятно сказывается на показателях процесса измельчения зерна.

Величину зазоров между «приваленными» вальцами проверяют на расстоянии 50-70 мм от их торцов. Величина зазора должна составлять для I драной системы 0,8-1,0 мм; для II драной - 0,6-0,8; для III драной крупной - 0,4-0,6; для драной мелкой - 0,2-0,4; для рифленых вальцов размольных систем - 0,1-0,2; для гладких вальцов - 0,05 мм. Зазор между заслонкой и дозирующим валком должен быть на драных системах не более 0,35 мм, на размольных - не более 0,15 мм.

Вальцовый станок А1-БЗ-2Н. В отличие от вальцового станка А1-БЗН этот станок имеет индивидуальные капоты. Электродвигатель можно расположить на том же перекрытии, на котором установлен станок, а также под перекрытием. Вальцовый станок А1-БЗ-2Н имеет 19 исполнений.

Исполнения вальцовых станков определяют сочетание в обеих половинах: состояния поверхности мелющих вальцов (характеристику рифлей), типов устройств подачи зерна, типов очистителей, мощность электродвигателей, шкивов плоскоременной передачи.

Отличительная особенность вальцового станка А1-БЗ-3Н - наличие устройства верхнего отсоса измельченного продукта. Оно состоит из труб непосредственного отсоса измельченного продукта (пневмоприемников) и бункеров сбора измельченного продукта (воронок и колпаков). Устройство обеспечивает верхний забор измельченного продукта системой пневмотранспорта. На рисунке 1.19, а изображены пневмоприемники станков, каждая половина которых измельчает разные исходные продукты; на рисунке 1.19, б - пневмоприемники, предназначенные для измельчения одинакового продукта с отдельным отводом его от каждой половины. Последнее исполнение (рисунок 1.19, в) предназначено для измельчения одинакового исходного продукта и совместного отвода измельченного продукта одной трубой.

Ниже приведены основные технические характеристики вальцовых станков А1-БЗН.

Техническая характеристика станков типа Л1-БЗН

Производительность, т/сут.	84
Расход воды на охлаждение половины станка, м ³ /ч, не более	0,3
Частота вращения быстровращающихся вальцов, об/мин:	
рифленых	420-460
гладких	395-415
Давление сжатого воздуха, МПа	0,5

Расход воздуха на аспирацию, м ³ /ч	600
Расход воздуха на пневмотранспорт для половины вальцового станка А1-БЗ-ЗН, м ³ /ч	1600-1650
Мощность электродвигателей, кВт:	
I драной системы	18,5
II драной, 1-й и 2-й размольных систем	15
III драной, 1-й, 2-й шлифовочных, 3, 4, 6, 8, 9, 10-й размольных систем	11
IV драной, 5-10-й размольных систем	7,5
Габариты, мм:	
длина (без капотов, деталей их присоединения и устройства охлаждения)	1800
ширина	1700
высота (без приемной трубы и электропривода)	1400
Масса, кг (без электропривода, капотов и электроаппаратуры)	2700

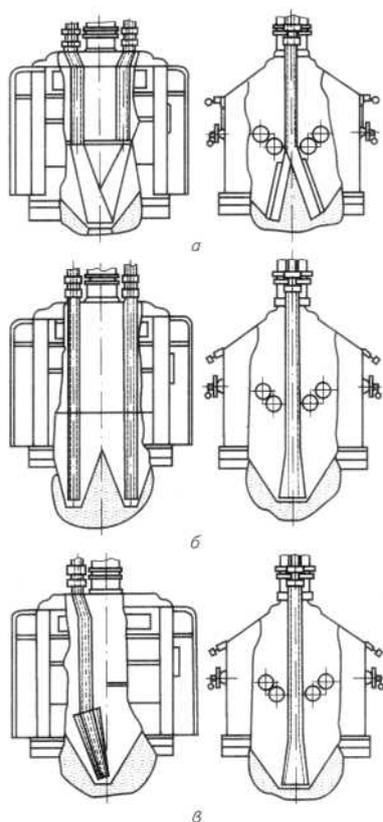


Рисунок 1.19 - Устройство пневмоцилиндров забора измельченного продукта

Вальцовые станки РМ-4 фирмы «Прокоп» выпускаются в двух модификациях в зависимости от способа вывода продукта. Первая модификация осуществляет передачу измельченного продукта самотеком на загрузочное устройство транспортера (норию или пневмотранспортер), расположенное этажом ниже. Во втором случае предусмотрен в пространстве под вальцами приемник пневмотранспортера и вертикальные трубы для вывода измельченного продукта. Ниже приведены основные технические характеристики вальцовых станков РМ-4.

Технические характеристики вальцовых станков РМ-4

Производительность на драных системах, кг/ч на 1 см длины вальцов при окружной скорости быстровращающегося вальца 6 м/с	20-70
Длина вальцов, мм	1000, 800, 600
Номинальный диаметр вальцов, мм	250
Частота вращения быстровращающегося вальца, об/мин	300, 365, 395, 460, 500, 600
Отношение окружных скоростей вальцов*	1,35; 2,04;
	2,47; 2,65; 2,84
Мощность электродвигателя, кВт	5,5...22
Частота вращения двигателя, об/мин	750, 950, 1450
Габариты, мм (для станка с вальцами длиной 1000 мм)	1850x1290x900
Масса станка, кг	3000

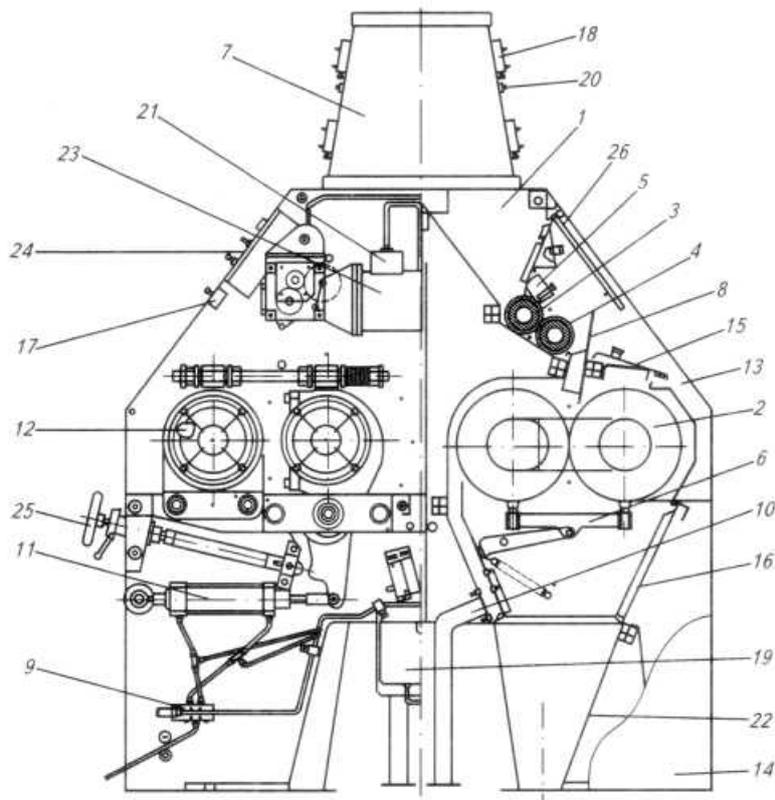
*для разных технологических систем

Современные конструкции вальцовых станков

Вальцовые станки типа ВС разработаны производственным объединением «Мельинвест» (г. Нижний Новгород). В настоящее время выпускаются модели ВС.600 и ВС.1000 с валками 600x250, 800x250 и 1000x250 мм. Следует отметить, что заводом освоено и производство вальцов всех типоразмеров, начиная с длины 400 мм и до 1000 мм. Валки полые с отбеленным слоем чугуна до 25 мм поставляются как окончательно обработанными (матированными или рифлеными), так и в виде заготовок.

Вальцовый станок ВС (рисунок 1.20) выполнен с учетом современных достижений и требований к машинам этого типа. Станок имеет достаточно высокий уровень автоматизации и предусматривает повышение ее в дальнейшем, включая контроль скорости вращения

рабочих валцов, нагрева поверхностей и др. Валцы 2 в станке ВС расположены по горизонтали, как во всех современных станках. Корпус станка 1 цельносварной, имеет достаточно жесткую конструкцию. В верхней части станка смонтирована стеклянная приемная труба 7 повышенной конусности с датчиками уровня 18, 20, установленными по высоте трубы, что позволяет контролировать скорость прохождения



1 - корпус станка; 2 - мелющие валцы; 3 - дозирующий валок; 4 - распределительный валок; 5 - заслонка; 6 - щетки; 7 - приемная труба; 8 - направляющая; 9 - электрооборудование; 10 - аспирационный канал; 11 - пневмоцилиндр; 12 - межвальцовая передача; 13 - капот; 14 - боковина корпуса; 15 - крышка; 16, 26 - дверка; 17 - пост аварийного отключения; 18 - датчик уровня; 19 - сигнализатор уровня СУ200В; 20 - датчик среднего уровня продукта; 21 - частотный преобразователь для автоматического регулирования числа оборотов питающих валков; 22 - сборный конус; 23 - мотор-редуктор питающих валков; 24 - пульт управления; 25 - механизм регулирования и фиксации зазора

Рисунок 1.20 - Вальцовый станок типа ВС

продукта. Питающее устройство классической конструкции включает дозирующий 3 и распределительный 4 валки и заслонку 5. Для более точного направления продукта в зону измельчения имеется направляющая 8.

Питающие валки приводятся мотор-редуктором 23 и комплектуются по требованию заказчика частотным преобразователем 21, позволяющим плавно регулировать подачу продукта в зону измельчения.

Мелющие вальцы 2 повышенной износостойкости имеют отбеленный слой почти в два раза выше, чем в станках БЗН, что предполагает больший срок их эксплуатации. Вальцы бомбирваны, что обеспечивает равномерный зазор по их длине при нагрузке.

Автоматический привал-отвал медленного валка осуществляется по сигналу датчиков уровня 18, сигнализатора 19 (СУ200В), пневмоцилиндром 11. Настройка зазора и его фиксация, как и проверка валков на параллельность, осуществляется механизмом 25 и фиксируется рукояткой. Межвальцовая передача аналогична станкам БЗН. Очистка поверхности валков осуществляется щетками 6. Выход продукта осуществляется через сборный конус 22, аспирация станка - через воздуховод 10.

Управление станком осуществляется как дистанционно, так и с пульта 24. Аварийная остановка производится специальным выключателем 17. Технические характеристики станков ВС приведены в таблице 1.1.

Особенности зарубежных вальцовых станков нового поколения

Ведущие зарубежные фирмы в создании и производстве вальцовых станков последнего поколения основное внимание уделяют качеству, и особенно - точности изготовления, жесткости и устойчивости станин, бесшумности работы станка за счет внедрения межвальцовых передач с гибкими элементами (плоскозубчатые или поликлиновые двухсторонние ремни) применением высокоточных подшипников. К числу основных направлений относится и дизайн станков, повышение уровня контроля и автоматизации рабочего процесса станка, использование современных комплектующих изделий, пневмоаппаратуры, датчиков разных типов, компактных приводов с бесступенчатым регулированием, систем электронного управления и т. д. Большое внимание уделяется рабочим вальцам, точности их изготовления, материалам для отливки бочек, износостойкости и обработке поверхности. Большинство валков, особенно высоконагруженных - бомбируется.

Таблица 1.1 – Технические характеристики вальцовых станков типа ВС

Показатели	ВС.600	ВС 800	ВС.1000
Производительность половины станка I драной системы сортового помола зерна пшеницы влажностью 15-16%, т/ч	2,0	2,75	3,5
Длина бочки вальца, мм	600	800	1000
Диаметр вальцов, мм	250	250	250
Окружная скорость (число оборотов) быстровращающегося вальца, м/с (об/мин): для рифленых вальцов для матированных вальцов	7,0-7,7 (420-460) 6,0-6,6 (395-415)		
Расход воздуха на аспирацию, м ³ /ч	400	500	600
Давление воздуха в пневмоприводе привала-отвала, МПа	0,5±1		
Установленная мощность, кВт:			
I драной системы	11,0	16,0	22,0
II драной системы	7,5	11,0	18,5
Средняя наработка на отказ, ч	500	500	500
Срок службы станка, лет, не менее	10	10	10
Габариты, мм:			
длина	2200	2400	2600
ширина	1500	1500	1500
высота (без приемной трубы)	1350	1350	1350
Масса (без привода, капотов и электроаппаратуры), кг	2000	2300	2600

Величина бомбиривки на первых драных системах достигает 50 мкм, что позволяет компенсировать пригиб вальца от распорного усилия и сохранить межвальцовый зазор неизменным по всей длине вальца. Производство таких станков возможно при высокооснащенной технической базе и развитых смежных отраслях, выпускающих комплектующие изделия высокого уровня. Более или менее приемлемые подшипники можно получить только селективным отбором. К станкам нового поколения с полным основанием можно отнести «Синтезис» группа «ГБС» (Италия); «Ньютроник», «Бюлер» (Швейцария); «Айноклайн» РМХК, «Окрим» (Италия) и др. Все эти модели выпускаются как в четырехвалковом, так и в восьмивалковом исполнении.

Вальцовые станки «Синтезис» относятся к моделям последнего поколения и выпускаются заводами группы «ГБС» (Италия) пяти типоразмеров: с вальцами диаметром 300 мм, длиной 1250 и 1000 мм (100×30-УМ; 125×30-УМ) и вальцами диаметром 250 мм и длиной 800, 1000 и 1250 мм и (80/25-4М, 100/25-4М, 125/25-4М). Станки «Синтезис» выпускаются и в восьмивалковом исполнении (8М).

Вальцовый станок «Синтезис» имеет современный дизайн, удобен в обслуживании и ремонте. Одним из достоинств этой модели является то, что она скомпонована как два отдельных станка (модуля), соприкасающихся спинами. Каждый модуль имеет самостоятельный подвод и удаление измельченного продукта пневмотранспортными материалопроводом или самотеком через сборный конус.

Вальцовые станки ЛАМ, РМК, РМХ. Вальцовые станки ЛАМ фирмы «Окрим» (Италия) выпускаются в двух основных модификациях - четырехвалковый станок и восьмивалковый станок [8]. По степени автоматизации они делятся на полуавтоматические, с ручной регулировкой рабочих зазоров вальцов и полностью автоматизированные, с электронным регулированием рабочих зазоров вальцов и оборотов питающих валков.

Вальцовый станок ЛАМ оснащен дифференциальным приводом мелющих вальцов, обеспечиваемым посредством ременной передачи. Ремень имеет зубчатополиклиновую форму.

Отличительной особенностью конструкции станка ЛАМ является цельнолитой чугунный корпус, на котором смонтированы мелющие вальцы и все подающие и регулирующие устройства. Такой корпус обеспечивает высокую жесткость и точность установки вальцов и, соответственно, точность рабочих зазоров, что в свою очередь обеспечивает стабильность и высокое качество технологического процесса.

К традиционно выпускаемому вальцовому станку серии ЛАМ фирма «Окрим» разработала более современный вальцовый станок РМХ.

Основными материалами, применяемыми в конструкции станка, являются нержавеющая сталь, пластинчатый чугун и композитные материалы. Наиболее широко используется нержавеющая сталь. Применяемая технология ее обработки позволяет получать гладкие, легко очищаемые поверхности. Разгрузочные конусы также сделаны из нержавеющей стали.

В станке РМХ основание выполнено цельнолитым из пластин-

чатого чугуна, что гарантирует стабильность, прочность и виброустойчивость.

Защитные кожухи изготовлены из недеформирующегося композитного материала, который обеспечивает высокий уровень шумопоглощения.

Вальцовый блок компактный, независимый и легкоъемный. Межвальцовая передача снабжена двухсторонними ремнями специального профиля. Для обеспечения простой и легкой замены вальцов на блоке применяется система шариковых направляющих, которая позволяет легко выводить их из станка.

В последние годы многие ведущие фирмы начали производство восьмивальцовых станков.

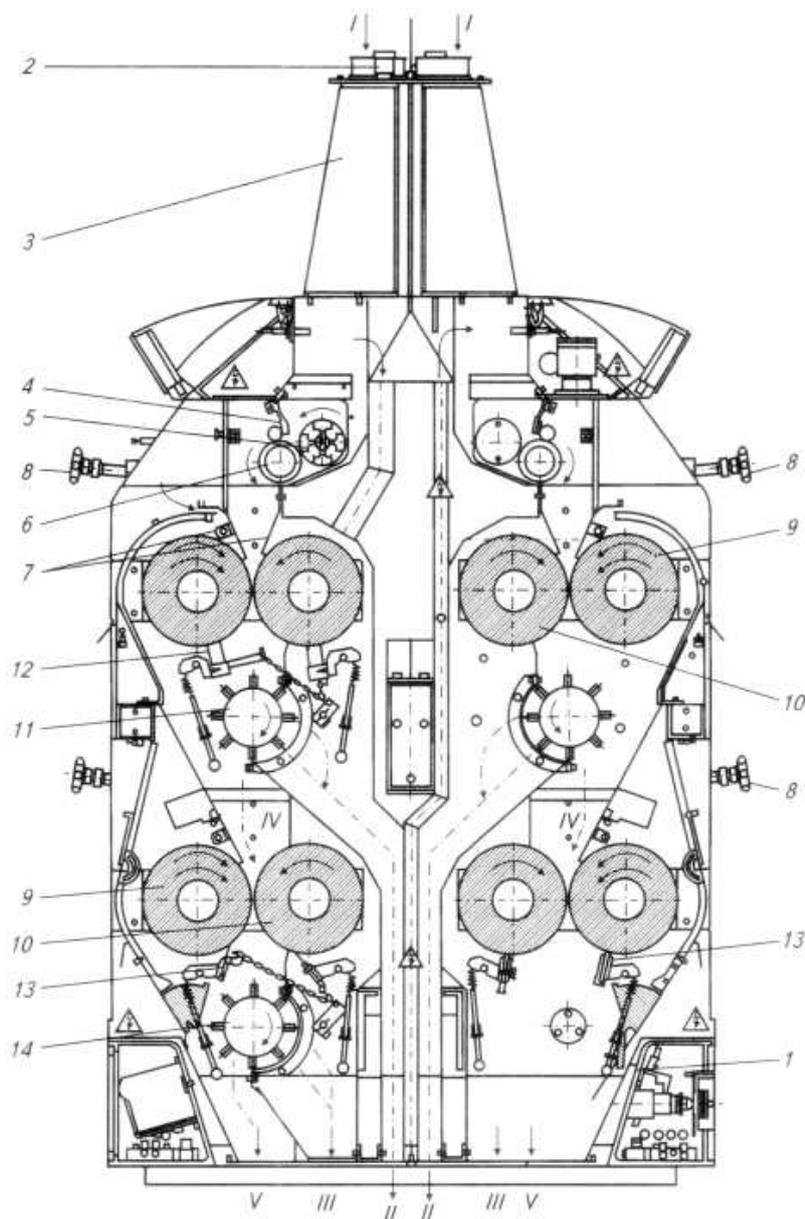
Сначала применение таких станков, осуществляющих двухкратное измельчение без пересева измельченных продуктов, ограничивалось использованием их на I и II драных и 1-й и 2-й размольных системах. Такие схемы были реализованы на ряде зарубежных мельниц и показали удовлетворительные результаты. Дальнейшее внедрение многовальцовых станков требовало пересмотра технологии измельчающего процесса на мельнице в целом. Так, например, исследования фирмы «Бюлер» в области двухступенчатого измельчения и внесение соответствующих корректив позволили обосновать установку двухступенчатых станков еще на ряде размольных систем и построить мельницу с таким процессом в Швейцарии. По данным фирмы, в результате было достигнуто существенное снижение капитальных затрат и эксплуатационных расходов. Другие фирмы, например, «Окрим», пошли по пути установки внутри станка просеивающих устройств центробежного типа с ситовой декой. Такие просеивающие устройства, по данным фирмы, позволяют производить частичное отделение крупок после размольного прохода для направления их после отсева на ситовойки, с вытекающим из этого повышением извлечения муки с низкой зольностью, снижением необходимой просеивающей поверхности рассевов и повышением производительности станка за счет отделения мелких фракций с верхних мелющих вальцов.

Отечественные заводы многовальцовых станков серийно не выпускают. Опытный образец восьмивальцового станка изготовлен объединением «Мельинвест».

На рисунке 1.21 приведено устройство восьмивальцового станка РМХ/К фирмы «Окрим». Конструктивное решение станков РМК и

РМХ мало отличается, поэтому рассмотрим их основные особенности на базе станка более поздней модели - РМХ/К. Основу станка составляет станина 7, где монтируются все рабочие и вспомогательные узлы и механизмы. В связи с требованиями высокой точности все посадочные отверстия в станине обрабатываются за одну установку на станках с ЧПУ, На питающей стеклянной трубе 3 установлены два датчика емкостного типа 2, обеспечивающие контроль уровня продукта и скорость его перемещения. Эти датчики управляют автоматическим изменением скорости вращения дозирующего вала 6 и отличаются высокой точностью. С этих датчиков с помощью электронных приборов передается сигнал на пневмопривод системы «привала», «отвала» мелющих валцов синхронно с началом вращения питающих валков. Продукт, направляемый скатами 7, поступает в межвальцовый зазор; мелющие валцы 9, 10 расположены горизонтально. Под вальцовыми парами установлены просеивающие устройства 11 и 14, выполненные в виде вращающегося бичевого ротора и секторной ситовой деки. Сход IV с деки направляется на дальнейшую систему, а проход II с верхней и нижней III вальцовой пары объединяется и направляется на сепарирующую систему (рассев и ситовойку).

Рабочий зазор между вальцами регулируется с помощью эксцентрикового механизма, который воздействует на рычаг подвижной опоры. Мелющие валцы смонтированы на опорах из чугуна с шаровидным графитом с самоцентрирующимися двойными роликовыми подшипниками, установленными на затяжных втулках. Зазор между вальцами регулируется и фиксируется механизмом 8. Демонтаж и монтаж валцов при минимальном количестве снимаемых узлов производится достаточно просто. Межвальцовая передача осуществляется плоскозубчатым поликлиновым ремнем, шкивы, соответственно, имеют зубчатую и клиновую поверхность, натяжение обеспечивается специальным шкивом. Обе стороны вальцового станка имеют независимый привод. Валцы очищаются щетками 12 или скребками 13, автоматически отводящимися от валцов, когда они переходят в режим отвала.



1 - стальная станина; 2 - датчик уровня 2 шт.; 3 - питающая труба; 4 - заслонка питающих валков, 5 - шнековый распределительный валок; 6 - рифленый дозирующий валок; 7 - направляющие скаты; 8 - штурвал регулирования зазора между вальцами; 9 - мелющий валок (быстрый); 10 - мелющий валок (медленный); 11 - верхний узел сепарирования; 12 - щетки для очистки рифленых вальцов; 13 - ножи для очистки гладких вальцов; 14 - нижний просеивающий узел; I - продукт на измельчение; II - проходовая фракция первого измельчения; III - проходовая фракция второго измельчения; IV - сходовая фракция первого измельчения; V - сходовая фракция второго измельчения

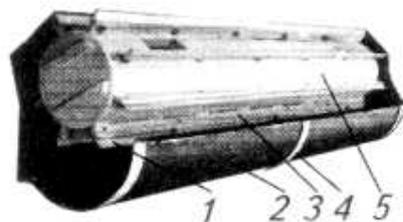
Рисунок 1.21 - Восьмивалковый вальцовый станок РМХ/К фирмы «Окрим»

Нагрузка приводных электродвигателей контролируется цифровым амперметром. Вальцы станка стандартные 1000x250 мм. Параметры станка в основном соответствуют отечественным и импортным моделям соответствующих типоразмеров.

Как уже отмечалось, станок отличается повышенной точностью, совершенством конструктивного исполнения узлов и механизмов, высоким уровнем автоматизации, а так же наличии промежуточных сит, которые располагаются между верхней и нижней парой вальцов.

Система промежуточных сит включает два основных элемента из нержавеющей стали: барабанный ротор 5 и ситовую обечайку 2 (рисунок 1.22).

Барабанный ротор оснащен серией щеток из материала, допускаемого к контакту с пищевыми продуктами, которые помогают обеспечивать просеивание, а также гарантируют постоянную очистку сетки обечайки.



1 - щеточные бичи из синтетических материалов; 2 - ситовая обечайка; 3 - накладка крепления бича; 4 - обруч; 5 - барабанный ротор

Рисунок 1.22 - Узел сепарирования измельченных зернопродуктов, устанавливаемый под вальцовой парой

Ротор сконструирован таким образом, чтобы выполнять роль питающего вала, подавая продукт равномерно распределенным потоком для обеспечения качественного размола на нижней вальцовой паре.

Мелкий продукт проходит через сито и обходит нижнюю пару вальцов по специальному каналу. При этом он может или сохраняться отдельным потоком и подаваться отдельным пневмотранспортом на конкретную технологическую систему, или смешиваться с продуктом от нижней пары вальцов и транспортироваться общим пневмотранспортом.

Просеивающая поверхность обечайки составляет 0,233 м² для

вальцов длиной 1000 мм и 0,296 м² для вальцов длиной 1250 мм. Использование центробежного принципа повышает эффективность просеивания.

Восьмивалковые станки, выпускаемые другими фирмами, аналогичны вышерассмотренному.

Вальцовые станки «Антарес» концерна Бюлер являются продолжением технического развития станков предыдущей серии «Ньютроник». Одним из приоритетов концерна Бюлер является сокращение материальных и энергетических затрат на процесс производства муки. Это достигается в т. ч. благодаря разработке таких технологических схем / помола, при которых обеспечивается минимальное количество типоразмеров станков, а также уменьшения количества подъемов продукта.

Станки серии «Антарес» выпускаются в двух вариантах: четырехвалковый станок - MDDR и восьмивалковый станок - MDDT (рисунок 1.23). Станки этих марок комплектуются мукомольными вальцами диаметром 250 или 300 мм. Длина вальцов диаметром 250 мм может быть 1000, 1250 и 1500 мм и 1000, 1250 для вальцов диаметром 300 мм. Применение рифленых вальцов «Титан» позволяет увеличить срок их службы на 50%. Габаритные размеры и масса станков серии «Антарес» представлены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 - Габариты и масса станков серии «Антарес»

Марка и типоразмер станка	Длина вальца	Габариты, мм			Масса, кг
		длина	ширина	высота	
MDDR Ø 250	1000	1922	1350	2384	2900
	1250	2172	1350	2384	3200
	1500	2422	1350	2384	3500
MDDR Ø 300	1000	1922	1350	2384	3400
	1250	1620	1350	2384	3800
MDDT Ø 250	1000	1922	1350	1842	5150
	1250	2172	1350	1842	5750
	1500	2422	1350	1842	6350
MDDT Ø 300	1000	1922	1350	1842	6100
	1250	2172	1350	1842	6850

Новые станки отличаются улучшенным дизайном и совершенной эргономикой. Зажимное устройство регулировки межвальцового за-

зора обеспечивают комфортную работу обслуживающего персонала. Кожух станка выполнен с повышенной звукоизоляцией, что обеспечивает значительное снижение, уровня шума в размольном отделении. Поверхности станка, контактирующие с продуктом, выполнены из нержавеющей стали. С целью предотвращения образования конденсата при контакте продукта с машиной, в станке предусмотрена теплоизоляция и встроенная система вентиляции впускного устройства.

Отметим некоторые особенности станков серии «Антарес».

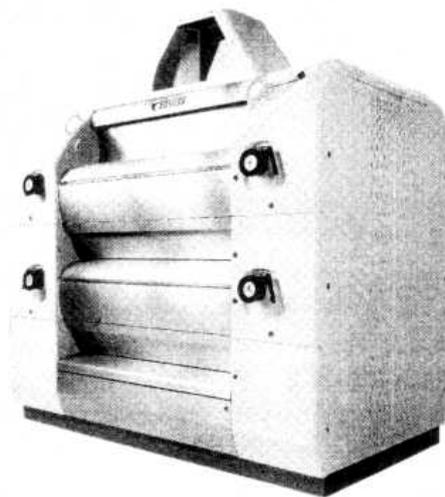


Рисунок 1.23 - Восьмивалковый вальцовый МДДТ серии «Антарес» концерна Бюлер

Питающее устройство включает в себя широкий впускной патрубок и модуль валкового питателя. Впускной патрубок выполнен в виде усеченной призмы. Такая конструкция обеспечивает равномерное распределение продукта по ширине дозирующих валиков. Питатель содержит заслонку, питающий и дозирующий валики, которые приводятся во вращения от мотора-редуктора через ременную передачу с зубчатым ремнем. Механизмы питателя сконпонованы в виде откидного модуля (рисунок 1.24), что обеспечивает легкий доступ к его деталям при проведении технического обслуживания, позволяет проводить быстрый демонтаж и замену питателя в случае необходимости. Датчик уровня продукта в приемном патрубке и система автоматического регулирования частоты вращения питающих валков обеспечивает равномерную подачу необходимого количества продукта в зону измельчения.

Размольный узел, состоящий из пары мукомольных валцов, системы привала-отвала, механизма регулирования межвальцового зазора, сконструирован в виде отдельного блока, что повышает удобство его технического обслуживания. При такой компоновке силы, возникающие в процессе измельчения продукта, замыкаются внутри размольного блока и не передаются на станину. Конструкция размольного блока показана на рисунке 1.25. Быстровращающийся валец 1 установлен в неподвижных подшипниковых узлах 2. Подшипниковый узел жестко закреплен на опорном бруске 3. Медленновращающийся валец 4 установлен в подвижных подшипниковых узлах 5. Подвижный узел с помощью оси 6 крепится к бруску 3. Изменение величины межвальцового зазора осуществляется путем вращения штурвала 7 со встроенным механизмом индикации величины зазора часового типа. Зажимное устройство 8 блокирует самопроизвольный поворот штурвала. Вращательное движение штурвала, посредством винтовой оси 9 и рычага 10, преобразуется в поворот эксцентриковой втулки 11 системы привала-отвала и регулирования зазора. При повороте втулки, тяга 13 получает поступательное движение и перемещает верхний конец подшипникового узла 5, что влечет изменение величины межвальцового зазора. Привал или отвал валцов осуществляется с помощью пневмоцилиндра, который поворачивает эксцентриковую втулку посредством рычага 14. С целью предотвращения заклинивания валцов при попадании между ними твердого инородного тела в конструкции предусмотрен пакет предохранительных пружин 15. Между подшипниковыми узлами установлена пружина 16 для выбора возможных люфтов в механизме.

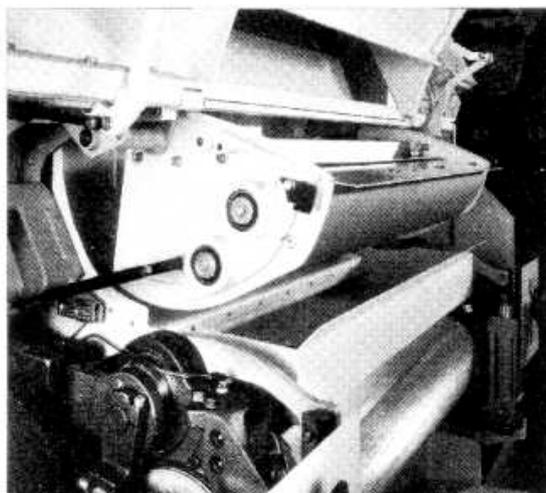
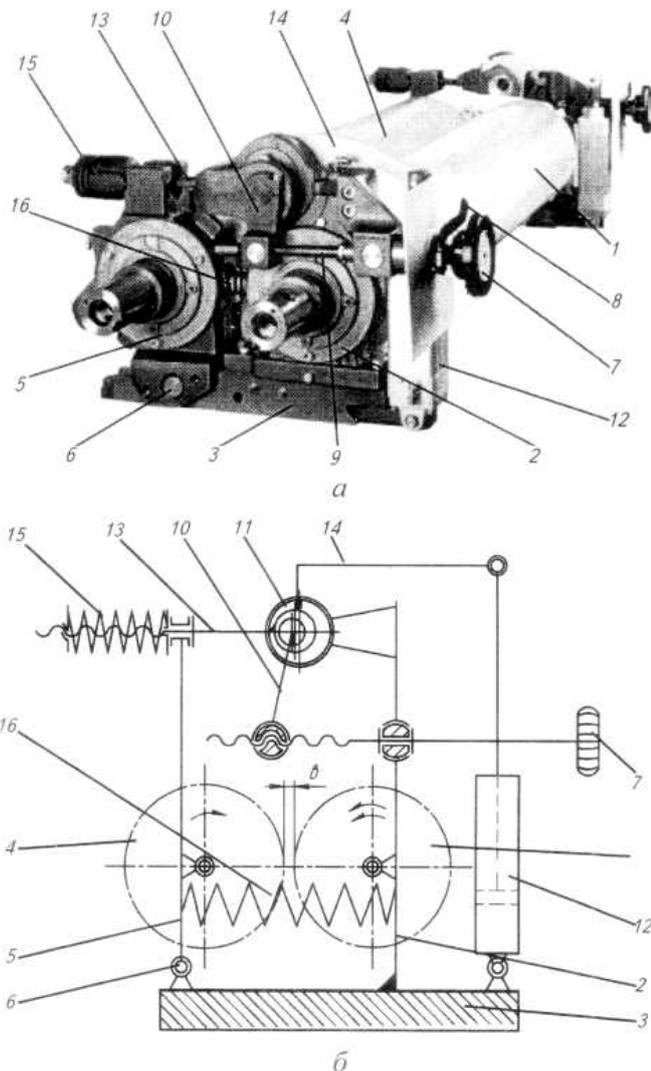


Рисунок 1.24 - Откидной модуль питателя

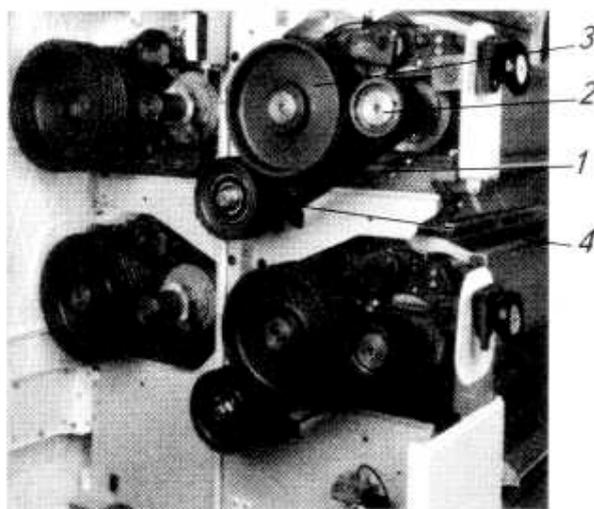
Использование коротких и жестких рычагов обеспечивает повышенную жесткость его конструкции, что положительно сказывается на стабильности величины межвальцового зазора.



a - общий вид; *б* - схема кинематическая; 1 - быстровращающийся валец; 2 - неподвижный подшипниковый узел быстровращающегося вальца; 3 - опорный брус; 4 - медленновращающийся валец; 5 - подвижный подшипниковый узел медленновращающегося вальца; 6 - ось крепления подшипникового узла; 7 - штурвал механизма регулирования межвальцового зазора с механизмом индикации часового типа; 8 - зажимное устройство; 9 - винтовая ось механизма регулирования межвальцового зазора; 10 - рычаг; 11 - эксцентриковая втулка системы привала-отвала и регулирования межвальцового зазора; 12 - пневмоцилиндр; 13 - тяга; 14 - рычаг пневмоцилиндра; 15 - пакет предохранительных пружин; 16 - пружина

Рисунок 1.25 - Размольный блок вальцового станка серии «Антарес»

В качестве межвальцовой передачи используется ременная передача (рисунок 1.26). Ремень 1 двухсторонний (внешняя сторона - зубчатая, а внутренняя - поликлиновая). Шкив быстровращающегося вальца - поликлиновой 2, медленновращающегося вальца - зубчатый 3. Для натяжения ремня используется натяжной ролик 4. Использование ременной передачи способствует снижению уровня шума и вибрации, приводит к демпфированию крутильных колебаний валцов.



1 - ремень зубчато-поликлиновой; 2 - шкив поликлиновой быстровращающегося вальца; 3 - шкив зубчатый медленновращающегося вальца; 4 - ролик для натяжения ремня

Рисунок 1.26 - Элементы конструкции межвальцовой передачи

Система управления машины обеспечивает:

- Контроль продукта во впускном устройстве (датчик уровня);
- Контроль останова питающих валков;
- Контроль скорости вращения мелющих валцов;

При отклонениях от нормального эксплуатационного состояния система управления автоматически производит отвал валцов.

Станок может быть оборудован автоматической системой регулировки межвальцового зазора, которая позволяет выполнять быстрый переход на новые режимы работы. Возможно водяное охлаждение быстровращающегося вальца.

Для оперативного контроля рабочих параметров и управления станком на передней панели станка предусмотрен локальный пульт, который снабжен интерфейсом оператора с буквенно-цифровым дисплеем. Дистанционный контроль и управление несколькими валцо-

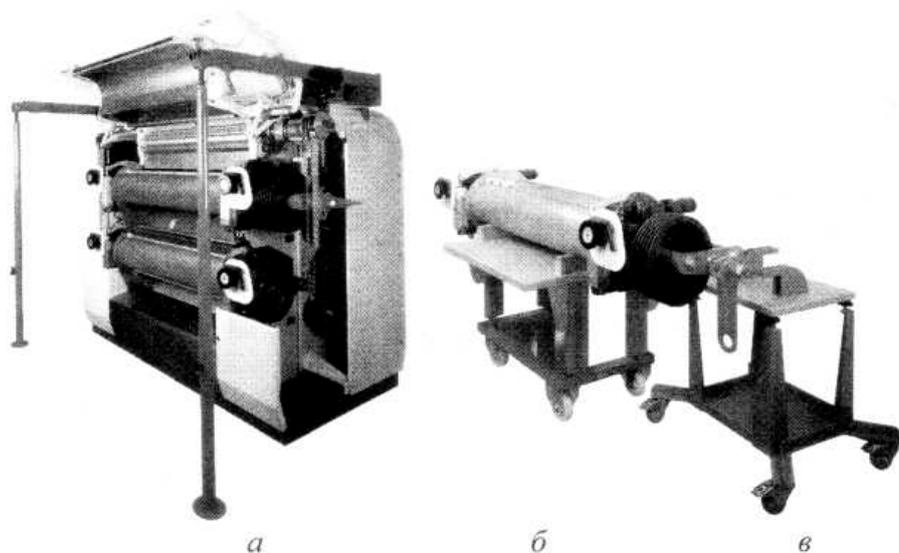
выми станками осуществляется с пульта оператора с помощью системы автоматизации «ВинКос р2». Данная система может быть дополнена следующими функциями:

- Программой технического обслуживания. Эта функция периодически сообщает с помощью индикации о необходимости проведения работ по техническому обслуживанию станков.
- Управлением межвальцового зазора, что позволяет автоматически переходить на новые режимы работы.
- Диагностикой технического состояния станка в режиме реального времени. Диагностика станка основана на контроле параметров вибрации подшипников мукомольных валцов. В случае превышения уровня вибрации, система формирует сигнал о наличии дефекта.

Для удобства и сокращения времени технического обслуживания станков «Антарес», предусмотрена система выемки размольного блока из станины и демонтажа.

Ручное устройство для демонтажа валцов (рисунок 1.27) обеспечивает безопасную и быструю замену пакета валцов, и включает:

- Устройство для демонтажа размольного блока.
- Тележку для транспортировки размольного блока.
- Устройство для замены подшипников.



a - устройство для демонтажа размольного блока; *б* - тележка для транспортировки размольного блока; *в* - устройство для замены подшипников

Рисунок 1.27 - Системы демонтажа размольного блока

Содержание отчета. Результаты выполнения задания оформляют в виде отчета, который должен содержать следующие разделы:

- а) назначение вальцового станка, место его в технологической схеме зерноперерабатывающего завода;
- б) структурные составляющие станка, их конструкций;
- в) принцип работы станка, кинематическая схема, параметры станка;
- г) принцип работы привально-отвального механизма, его кинематическая схема;
- д) работа механизма аварийного отжима вальцов;
- е) настройка вальцов на заданный технологический режим.

Лабораторная работа № 2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РИФЛЕЙ ВАЛЬЦА

Цель работы. Овладеть методикой определения геометрических параметров рифлей вальца.

Оборудование и приборы. Геометрические параметры определяют на рифленом вальце или на образце меньшей длины. В работе используют также: а) штангенциркуль с глубиномером; б) транспор-тир; в) проекционный аппарат.

Методические указания. Задание, выполняют три студента. Время, отводимое на выполнение задания, 2 ч занятий и 1 ч внеауди-торной работы.

Порядок выполнения работы. Определяют грань острия (ос.) рифли (рисунок 2), затем спинки (сп.) и параметры для расчета укло-на рифлей. Для этого на поверхности вальца отмечают образующую. Выбирают ее длину L_0 (мм), которая проходит в начале и конце участка измерения через грань острия (или спинки) рифли. Просле-живая вдоль рифли выбранную начальную точку отсчета до сечения вальца, перпендикулярного к образующей в ее конечной точке, нахо-дят число рифлей Z_y , приходящихся на дугу окружности вальца в плоскости сечения между образующей и прослеженной начальной точкой рифли.

Затем измеряют шаг t_c (мм) рифлей в плоскости сечения, нор-мального к оси вальца, и определяют число z рифлей, находящихся на

поверхности вальца в каком-либо сечении. Высоту H (мкм) рифлей измеряют при помощи глубиномера штангенциркуля к плоской пластине, которую накладывают на соседние рифли. После этого вычерчивают профиль рифлей в увеличенном масштабе. На рифленую поверхность вальца, предварительно покрытую тонким слоем смазки, накладывают пластилин так, чтобы на нем образовался слепок рифлей. До снятия пластилина с вальца из него вырезают пластину толщиной около 3 мм так, чтобы срезы были перпендикулярны к граням. Далее пластину аккуратно снимают с вальца, помещают на столик проекционного аппарата, при помощи которого проецируют в увеличенном виде профиль рифли на лист бумаги. Ее контур обводят карандашом.

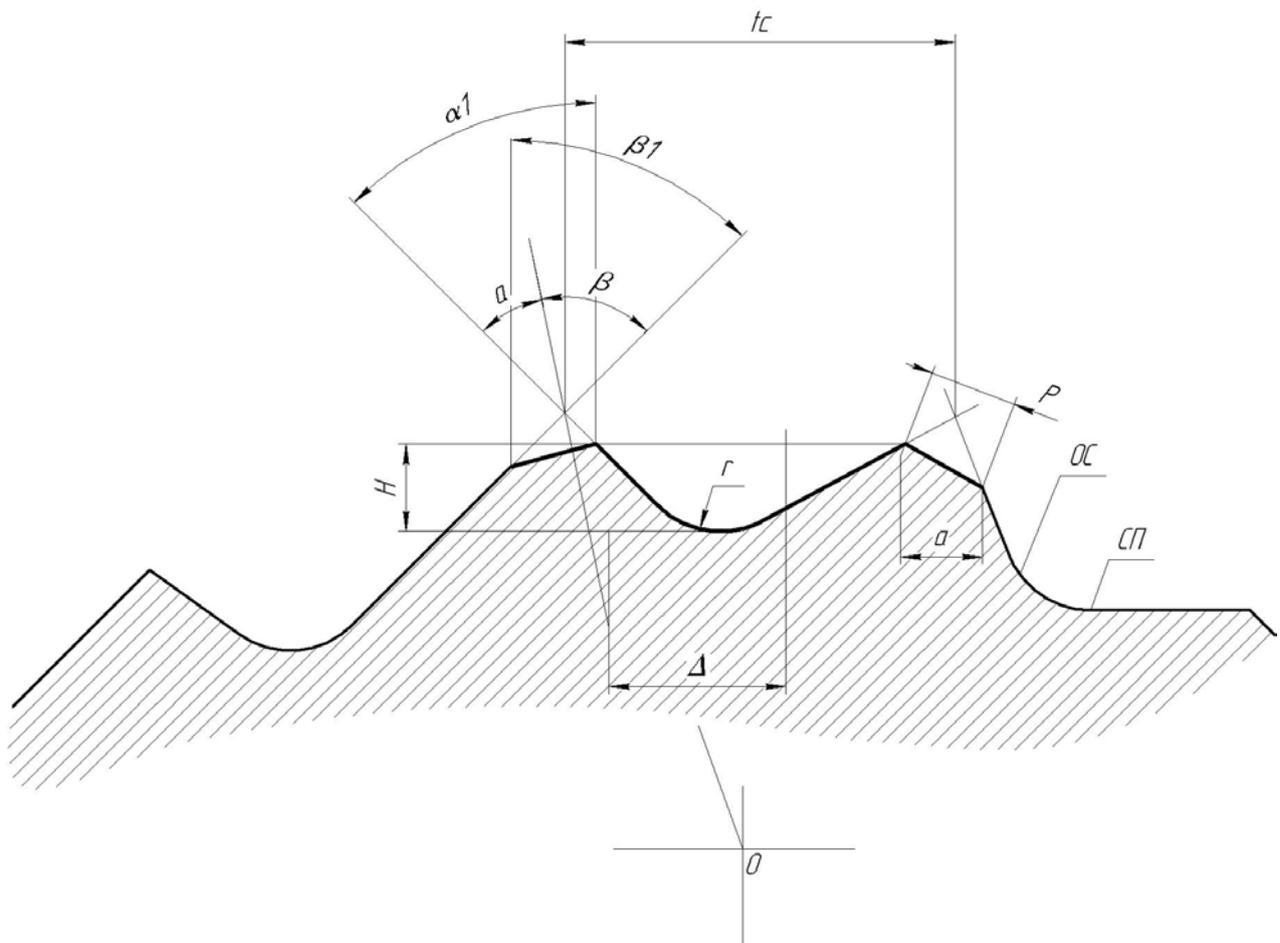


Рисунок 2.1 - Параметры рифлей вальца
(в плоскости, перпендикулярной граням рифлей)

При выполнении задания число измерений должно быть не менее 9...12. Их проводят в различных сечениях вальца и на различных участках каждого сечения. Результаты измерений заносят в таблицу 2.1.

Таблица 2.1

Номер опыта	Длина образующей L_0 , мм	Число рифлей на дуге окружности Z_y	Рифли			Угол наклона грани, град	
			Шаг t_c , мм	Число Z	Высота H , мм	острия α	спинки β
1							
2							
$n - 1$							
n							

Порядок обработки данных. Используя результаты измерений параметров, их обрабатывают в следующем порядке:

1) вычисляют шаг t_c (мм) рифлей в плоскости сечения, перпендикулярного к оси вальца:

$$t_c = \frac{\pi D}{z},$$

где D - диаметр вальца, мм;

2) вычисляют уклон Y % рифлей:

$$Y = \frac{z_y t_c}{L_0} 100;$$

3) определяют угол φ наклона (град) рифли к образующей:

$$\varphi = \arctg(0,01Y);$$

4) рассчитывают шаг t_{np} (мм) рифлей в плоскости, нормальной их граням, по формуле

$$t_{np} = t_c \cos \varphi$$

Затем сравнивают результат расчета со средней величиной:

$$t_{н.ср} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_{ni},$$

где t_{ni} - шаг рифлей в плоскости, нормальной их граням при i -м измерении;

n - число измерений.

После этого измеряют угол α наклона грани острия и угол β наклона грани спинки к радиусу вальца. Измерения проводят при помощи транспортира на контуре профилей рифлей. Для этого на контуре, вычерченном в увеличенном масштабе на листе бумаги, два находящихся рядом профиля рифлей соединяют касательной. В точках пересечения проекций грани острия и грани спинки с касательной проводят линии, перпендикулярные к касательной. Далее измеряют угол α_1 и угол β_1 между проекцией грани острия и грани спинки соответственно и нормальными к касательной. Тогда углы α и β (град) можно определить по формулам:

$$\alpha = \alpha_1 - \Delta;$$

$$\beta = \beta_1 + \Delta,$$

где $\Delta = \arctg [t_c/(2R)]$ - поправка; R - радиус вальца.

Вычисляют угол γ (град) заострения рифлей по формуле $\gamma = \alpha + \beta$ и плотность рифлей z_{10} , т. е. их число, приходящее на 10 мм длины окружности вальца: $z_{10} = 10/t_c$. Высоту рифлей (мкм) находят по формулам:

$$H_t = \left(\frac{0,875}{\operatorname{tg}\alpha + \operatorname{tg}\beta} + 0,144K \right) t_c; \quad (2.1)$$

$$H_z = \left(\frac{8,75}{\operatorname{tg}\alpha + \operatorname{tg}\beta} - 1,44K \right) \frac{1}{z_{10}}, \quad (2.2)$$

где H_t - высота рифлей в зависимости от шага t_c ;

H_z - высота рифлей в зависимости от плотности z_{10} .

$$K = \frac{\cos \frac{\alpha - \beta}{2}}{\sin \frac{\alpha + \beta}{2}} - 1$$

Как следует из рассмотрения зависимостей (1) и (2), величина H_t является функцией α , β , t_c , а величина H_z - функцией α , β , z_{10} .

Во время анализа сравнивают измеренную высоту (мкм) рифлей и среднее значение, которое определяют по формуле

$$H_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n H_i}{n},$$

где H_i - высота рифли, полученная при i -м измерении, мкм;

n - число измерений с вычисленными по формулам (2.1) и (2.2) значениями H_t и H_z .

Используя значения z и H_{cp} , вычисляют по формулам (2.1) и (2.2) значения α и β . Затем их сравнивают с измеренными величинами этих углов. При расхождении более 15...20% находят причину и работу повторяют.

Варианты заданий. Задание выполняют с использованием вальцов или образцов вальцов, предназначенных для первых четырех драных систем.

Содержание отчета. По результатам выполнения задания оформляют отчет, который содержит следующие разделы:

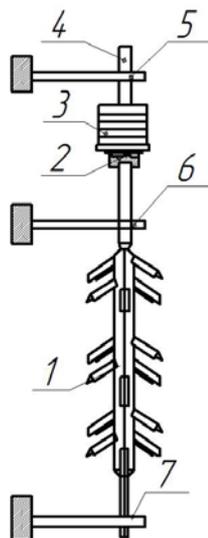
- а) конструкция вальцовых станков, их значение в мукомольном производстве;
- б) вальцы как рабочие органы станков, конструкция, материал, применяемый в вальцах, технология изготовления вальцов;
- в) рабочая поверхность вальцов, технология обработки рабочей поверхности вальцов, станки, применяемые для обработки поверхности;
- г) геометрические параметры рифлей;
- д) результаты измерений параметров рифлей; вычисление параметров рифлей, сравнительный анализ результатов.

Лабораторная работа № 3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ СИЛЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ПОПЛАВКА АВТОМАТА ВАЛЬЦОВОГО СТАНКА

Цель работы. Овладеть методикой определения величины силы, необходимой для перемещения поплавок автомата вальцового станка.

Оборудование и приборы. Работу проводят на натурном образце автомата (рисунок 3.1) используя набор грузов различной массы. Для этой цели нагружают поплавок автомата грузами определенной массы. На поплавок 1 устанавливают опору 2, которая имеет штырь 4. Противоположный его конец проходит через отверстие, выполненное в направляющей 5, которая, в свою очередь, установлена в подводящей трубе станка. Съемные грузы 3, имеющие радиальные пазы устанавливают на опору 2.



1 - поплавок; 2 - опора; 3 - съемные грузы; 4 - штырь; 5, 6, 7 - направляющие.

Рисунок 3.1 - К определению величины силы, обеспечивающей включение автомата вальцового станка

Методические указания. Задание выполняют два студента. Время, отводимое на выполнение задания, 2 ч занятий и 1 ч внеаудиторной работы.

Порядок выполнения работы. Изучают конструкцию и принцип работы вальцового станка. Необходимо убедиться в работоспособности системы путем нажатия рукой на поплавок. При этом юн под действием силы нажатия должен занять крайнее нижнее положение. После снятия усилия поплавок должен переместиться в крайнее верхнее положение.

На опору 2 со штырем 4 помещают съемные грузы 3, под действием которых происходит перемещение поплавка 1 вниз. После каждого нагружения поплавок 1 грузом 5 измеряют величину его перемещения.

Поплавок нагружают грузами до тех пор, пока он не займет крайнее нижнее положение. Результаты измерения заносят в таблицу 3.1.

Таблица 3.1

Номер опыта	Масса съемного груза m_i , кг	Суммарная масса съемных грузов m_Σ , кг	Перемещение поплавок l_n , мм
1			
2			
$n - 1$			
n			

Измерения проводят не менее 5...7 раз, а затем вычисляют среднеарифметические значения.

Порядок обработки данных. По результатам измерений строят график силы F_n , действующей на поплавок, в зависимости от перемещения поплавок.

Содержание отчета. По результатам выполнения задания оформляют отчет, который должен содержать следующие разделы:

- а) конструкция и принцип действия механического и гидравлического автоматов вальцовых станков;
- б) порядок выполнения работы;
- в) результаты измерений;
- г) графическая зависимость силы F_n от величины перемещения поплавок, анализ составляющих сил, препятствующих перемещению поплавок.

Лабораторная работа № 4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДЕЛЬНОЙ НАГРУЗКИ НА ВАЛЬЦОВЫЙ СТАНОК

Цель работы. Овладеть методикой определения удельной нагрузки на вальцовый станок.

Оборудование и приборы. Задание выполняют при подаче продукта на вальцы работающего станка. При этом используют следующие

щие приборы и измерительные принадлежности:

а) секундомер;

б) метр (из мягкого материала);

в) линейку с миллиметровыми делениями; ее крепят к державке, представляющей собой деревянную рейку; длина рейки должна позволить измерять путь движения частиц в питающей трубе вальцового станка.

Методические указания. Задание выполняют три студента. Время, отводимое на выполнение задания, 2 ч занятий и 1 ч внеаудиторной работы. Работу выполняют в присутствии мастера отделения (или инженера предприятия, знающего эксплуатацию вальцовых станков).

Порядок выполнения работы. Определяют длину l_m окружности питающей трубы по ее наружному диаметру d_m в среднем сечении, а также параметры для расчета средней скорости движения продукта в питающей трубе

вальцового станка. Для этого необходимо знать путь движения частиц потока в трубе и время его прохождения.

В питающей трубе режим движения потока продукта установившийся. Кроме того, скорость движения частиц невелика, а коэффициенты трения продукта о стенки трубы, выполненной из стекла, небольшие. Поэтому можно принять, что скорость частиц продукта около стенки питающей трубы равна скорости частиц в каждой точке сечения трубы.

В питающей трубе вальцового станка намечают реперную частицу, движущуюся вместе с потоком продукта. К наружной стенке трубы в точке нахождения, в данный момент реперной частицы прикладывают линейку, направленную вдоль оси трубы. На ней отмечают начало измерения пути движения реперной частицы. При этом включают секундомер. Когда отмечают конец измерения пути, секундомер выключают. Измерения проводят не менее пяти раз. Результаты заносят в таблицу 4.1.

Таблица 4.1

Номер измерения	Путь движения реперной частицы, мм			Время прохождения пути t_i , с	Скорость движения продукта t_i , м/с	Производительность вальцового станка		Удельная нагрузка на станок $q_{уд}$, кг/(см сутки)
	начало от-счета	конец от-счета	длина пути			Q_{ci} , кг/с	Q_{fi} , кг/сутки	
1								
2								
3								
$n - 1$								
n								

Порядок обработки данных. Вычисляют следующие величины: наружный диаметр (м) в среднем сечении трубы:

$$d_T = \frac{l_T}{\pi};$$

площадь f_m (м²) проходного сечения питающей трубы:

$$f_T = \frac{\pi(d_T - 2\delta)^2}{4} - f_{\Pi},$$

где δ - толщина стенки питающей трубы, м;

f_n - площадь сечения, поплавок.

В первом приближении за величину f_n (м) можно принять площадь сечения корпуса поплавка с диаметром $d_{к.п.}$. Тогда

$$f_{\Pi} = \frac{\pi d_{к.п.}^2}{4}.$$

Затем определяют:

скорость движения (м/с) продукта в питающей трубе:

$$v_i = \frac{l_{pi}}{t_i},$$

где l_{pi} - длина пути движения реперной частицы в питающей трубе при i -й измерении, м;
 t_i - время прохождения реперной частицей пути при i -м измерении, с;
 - производительность (кг/с) вальцового станка:

$$Q_{ci} = f_T v_i \rho_{II},$$

где ρ_{II} - плотность продукта в среднем сечении питающей трубы, кг/м³;
 - производительность (кг/сутки) вальцового станка:

$$Q_{\phi i} = 86400 Q_{ci};$$

- удельную нагрузку [кг/(см-сутки)] на единицу длины вальца:

$$q_{y\phi} = \frac{Q_{\phi i}}{4l},$$

где l - длина вальца, см;
 - среднюю удельную нагрузку [кг/(см сутки)] на единицу длины вальца:

$$q_{y\phi.cp} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n q_{y\phi i},$$

где n - число измерений.

Варианты заданий. Работу проводят на вальцовых станках, работающих на:

- а) драных системах;
- б) шлифовочных системах.

Содержание отчета. По результатам выполнения заданий оформляют отчет, который содержит следующие разделы:

- а) процесс измельчения зерна и его продуктов в вальцовом станке; оценка эффективности измельчения;
- б) влияние кинематических и геометрических параметров вальцов, на измельчение;

в) результаты измерений параметров; вычисление удельной нагрузки на вальцовый станок;

г) сравнительный анализ расчетных нагрузок с удельными нагрузками на вальцовые станки, приведенными в Правилах организации и ведения технологического процесса на мельницах.

Лабораторная работа № 5

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ПОПЛАВКА ПРИ ДВИЖЕНИИ В ПРОДУКТЕ

Цель работы. Овладеть методикой определения сопротивления поплавок при движении в продукте.

Оборудование и приборы. Работу проводят на установке. УИСП для исследования сопротивления поплавок рисунок 5.1.

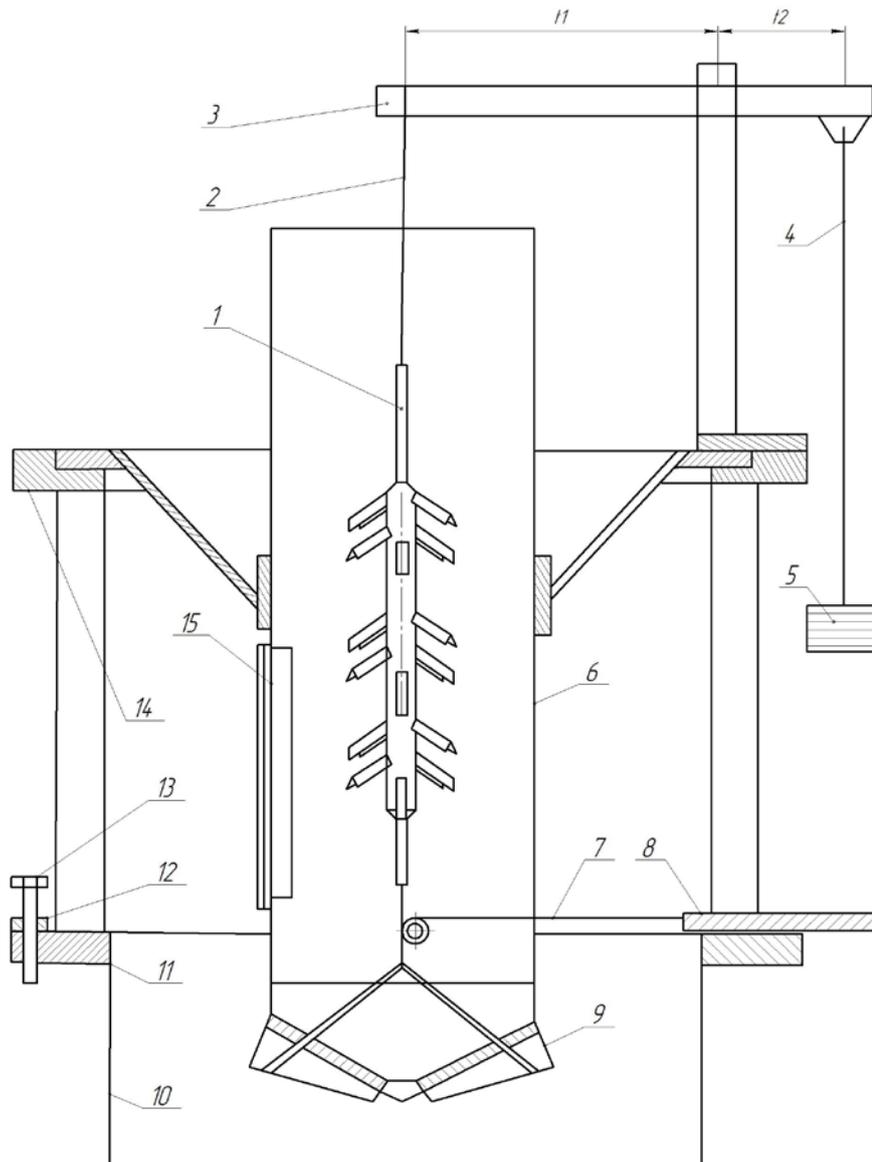
При движении продукта в трубе 6 на поплавок 1 действует сила, которая стремится увлечь его по направлению движения продукта. Эта сила зависит от скорости движения продукта, его физико-механических свойств, сопротивления поплавок.

Испытания проводят при различных скоростях движения продукта в трубе. Для этого используют затвор 9, который имеет восемь откидных секторных створок. Скорость движения продукта регулируют величиной открытия этих створок.

Фиксатор 8 связан при помощи троса 7 с подвижной решеткой, которая соединена также при помощи троса с каждой откидной створкой.

На фиксаторе 8 сделаны отверстия, при помощи которых устанавливают определенную величину открытия створок.

Коромысло 3 и съемные грузы 5 служат для определения силы сопротивления, действующей на поплавок 1 при движении продукта в трубе в. Ее устанавливают на верхнем кольце 14 корпуса 11. Защитный кожух 10 обеспечивает сбор продукта при высыпании его из трубы 6.



1 - поплавок; 2 - трос поплавка; 3 - коромысло; 4 - эрос грузов; 5 - съемные грузы; 6 - труба; 7 - трос затвора; 8 - фиксатор; 9 - затвор; 10 - кожух; 11 - корпус; 12 - гайка; 13 - болт; 14 - кольцо; 15 - окно.

Рисунок 5.1 - Установка для исследования сопротивления поплавка вальцового станка при движении продукта

Продукт на выходе из затвора трубы собирают и возвращают, в питатель, откуда при помощи вибрлотка подают снова в трубу 6. Для наблюдения за продуктом, а также для измерения скорости его движения в трубе 6 сделано окно 15, закрытое плексигласом.

Поплавок 1 взят от вальцового станка, а труба 6 выполнена из листовой стали с толщиной листа 1,5 мм, внутренний диаметр трубы $d_t = 200$ мм, а высота $l_m = 700$ мм.

Для проведения работы необходимо иметь:

- а) вибролоток, предназначенный для равномерной подачи продукта в трубу б;
- б) линейку миллиметровую для определения пути движения реперной частицы;
- в) секундомер;
- г) отвес, предназначенный для установки трубы б в вертикальное положение.

Методические указания. Задание выполняют четыре студента. Время, отводимое на выполнение задания, 2 ч занятий и 1 ч внеаудиторной работы.

Установку УИСП перед началом работы при помощи болтов 13 и отвеса устанавливают так, чтобы стенки трубы б имели вертикальное положение. Далее путем перемещения стойки коромысла 3 поплавков 1, подвешенный при помощи троса 2 к коромыслу, устанавливают на оси трубы б.

Первоначально трубу б заполняют слоем продукта высотой, соответствующей $1/3$ длины поплавок, далее $2/3$ длины и полностью закрывают поплавок. Заполнение трубы проводят с интервалом приблизительно через 100 мм.

При проведении опыта с движением продукта в трубе его скорость изменяется в определенном интервале, границы которого находят для каждого выбранного значения высоты слоя продукта. Скорость продукта в трубе должна быть постоянной. Ее значения в интервале изменения принимают не менее пяти (включая границы интервала). При выполнении задания обеспечивают сплошность движения продукта в трубе б.

Скорость продукта определяют двумя способами:

1) измеряя количество продукта, высыпавшегося через затвор 9 трубы б в единицу времени;

2) измеряя путь движения продукта за некоторый интервал времени.

Во втором случае в движущемся потоке продукта при наблюдении через окно трубы б замечают реперную частицу (частица продукта, отличающаяся от окружающих ее других частиц по цвету, размерам, форме). К окну прикладывают линейку, направление которой совпадает с траекторией движения реперной частицы. Отмечают по линейке начало и конец движения реперной частицы при одновре-

менной фиксации по секундомеру времени t движения частицы между этими отсчетами.

Порядок выполнения работы. Первоначально работу проводят при закрытом затворе 9 трубы 6. В этом случае продукт не движется. При помощи съемных грузов 5 уравнивают поплавок 1. Далее трубу 6 осторожно заполняют продуктом так, чтобы не нарушалось равновесие поплавка 1.

При заполненной трубе, соответствующей заданному значению высоты продукта, определяют величину силы F_{n1} , при которой начинается его движение. Величину силы находят при помощи съемных грузов 5, которые имеют форму диска с радиальным пазом. Масса, каждого диска 100 г, но ее надо точно определить. Повторность измерений не менее пяти. Результаты измерений заносят в таблицу 5.1.

Таблица 5.1

Номер опыта	Расстояние от среза трубы до поверхности продукта l_{ni} , мм	Высота слоя продукта l_j , мм	Масса грузов F_{rli} , кг	Сила, действующая на поплавок.
1				
2				
3				
$n - 1$				
n				

Затем определяют границы изменения скоростей движения продукта в трубе 6. Для этого при закрытом затворе 9 засыпают продукт на заданную высоту l_i . Далее открывают секторные створки затвора 9 до тех пор, пока не начнется движение продукта в трубе. Положение створок фиксируют и определяют величину их открытия, а также минимальную скорость v_{min} движения продукта в трубе.

Полностью открыв затвор 9, находят максимальную скорость v_{max} движения продукта в трубе. Заданное значение высоты l_i слоя продукта в трубе поддерживают, регулируя подачу продукта при помощи вибротолка. Затем вычисляют значения v_{min} и v_{max} .

Интервал $v_{min} - v_{max}$ разбивают на равные величины Δv , обеспечивающие не менее пяти значений скоростей движения продукта в трубе 6. При этом каждой величине скорости должно соответствовать определенное открытие секторных створок затвора 9.

Затем открывают секторные створки затвора 9 на величину, соответствующую выбранной скорости движения продукта в трубе 6, и включают вибрлоток. Труба 6 заполняется продуктом до заданной высоты l_i , которую выдерживают в процессе испытания постоянной. По вышеизложенной методике измеряют параметры, определяющие скорость движения продукта в трубе. На трос 4 навешивают грузы 5, обеспечивающие движение поплавка 1 против потока продукта. Повторность измерений не менее трех. Результаты заносят в таблицу 5.2.

Таблица 5.2

Номер опыта	Показание нониуса секторной заслонки N_i	Начало отсчета l_{1i} , мм	Конец отсчета l_{2i} , мм	Путь движения $l_{pi} = l_{2i} - l_{1i}$, мм	Время движения t_i , с	Скорость реперной частицы v_i , мм/с	Масса Fr_i грузов, при которой начинается движение поплавка, кг	Высота слоя продукта l_i , мм	Сила F_{n2i} , действующая на поплавок, Н
1									
2									
3									
$n - 1$									
n									

Порядок обработки данных. Вычисляют следующие величины: силу (Н), действующую на поплавок:

$$F_{mi} = 9,81Frli \frac{l_2}{l_1},$$

где F_{rli} - масса съемных грузов, кг;

l_1 и l_2 - плечи коромысла, мм;

расстояние l_i от поверхности продукта до середины поплавка, закрытого продуктом.

Могут быть два случая:

- первый - продукт не полностью закрывает поплавок, или поверхность продукта совпадает с верхним срезом поплавка; тогда расстояние l_i (мм) вычисляют по формуле

$$l_i = 0,5l_{nl},$$

где l_{nl} - длина части стержня поплавка, закрытого сыпучим продуктом, мм;

- второй - поверхность продукта находится выше верхнего среза стержня поплавка; тогда расстояние l_i (мм) вычисляют по формуле

$$l_i = 0,5l_{nl} + l_{no} - l_{ni},$$

где l_{nl} - длина стержня поплавка, мм;

l_{no} - расстояние от верхнего среза трубы б до верхней торцовой поверхности стержня поплавка, мм;

l_{ni} - расстояние от верхнего среза трубы б до поверхности слоя продукта при i -м измерении, мм.

Затем находят скорость движения (м/с) продукта в трубе:

$$v_i = \frac{l_{pi}}{t_i},$$

где l_{pi} - путь движения реперной частицы в трубе б при i -м измерении, мм;

t_i - время прохождения реперной частицей пути при i -м измерении, с.

Графики зависимостей силы F_n от скорости v_n строят при различном расстоянии l_i от поверхности слоя.

Варианты задания. Работу выполняют при:

а) скорости движения продукта, равной нулю; определяют величину силы, при которой начинается движение поплавка вверх;

б) движении продукта с постоянной скоростью; определяют величину сопротивления поплавка, движению продукта.

Работу проводят с использованием:

а) зерна, предназначенного для размола на I драной системе,

б) крупки, идущей на II и III драные системы при различной высоте слоя.

Содержание отчета. По результатам выполнения задания оформляют отчет, который содержит следующие разделы:

а) роль поплавка при работе вальцового станка;

- б) краткое описание установки, применяемой при выполнении задания, порядок проведения работы;
- в) результаты измерения параметров, полученных при проведении опытов; обработка данных;
- г) графические зависимости, построенные по результатам опытов; анализ полученных результатов.

Лабораторная работа № 6

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТИ ПРИВОДА ВАЛЬЦОВ И УСИЛИЙ, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА ВАЛЬЦЫ ПРИ РАЗМОЛЕ ПРОДУКТА

Цель работы. Овладеть методикой определения мощности привода вальцов и усилий, действующих на вальцы при размоле продукта.

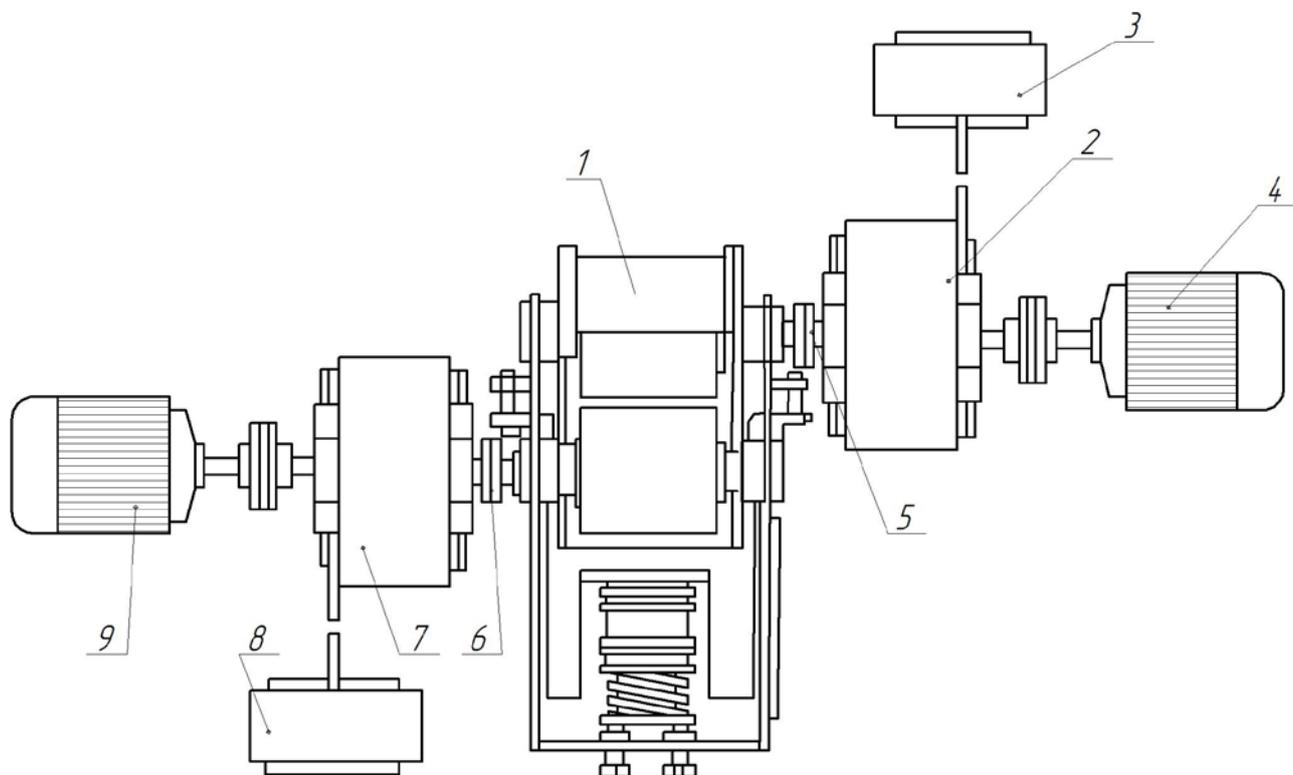
Оборудование и приборы. Работу вальцового станка изучают на установке УВС рисунок 6.1.

Моментные устройства МБ и ММ имеют такую же конструкцию, что и моментные устройства, применяемые в установке для исследования характеристик молотковой дробилки УМД. Устройство МБ имеет передаточное отношение $i = 1$, а устройство ММ - $i = 2,25$. Электродвигатель 4 привода устройства МБ постоянного тока мощностью $N = 1,5$ кВт. Частоту вращения вала этого электродвигателя можно изменить в пределах от 0 до 1500 об/мин.

Быстровращающийся валец 2 вальцового устройства (рисунок 6.2) установлен неподвижно в корпусе 24. В подшипниковых корпусах 3 сделаны кольцевые проточки, на которые надета подвижная рама 20, удерживаемая фланцами 6.

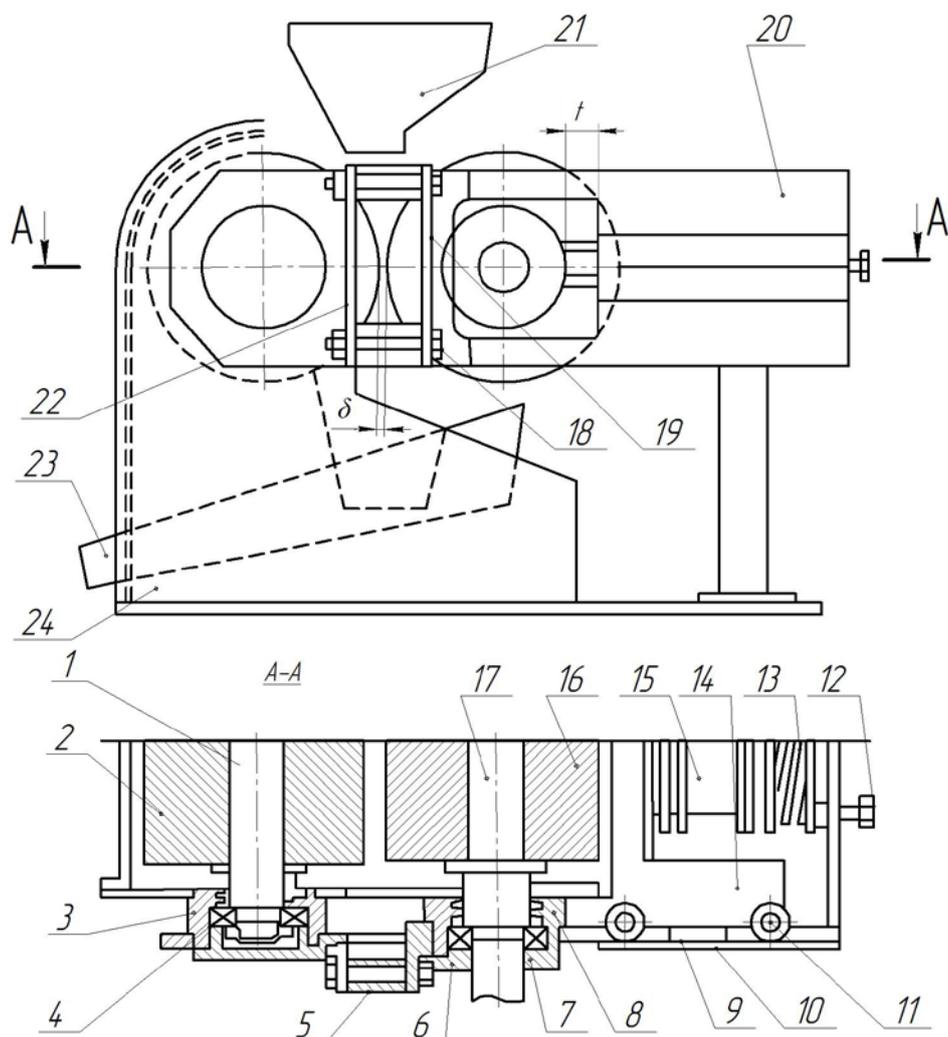
Подшипниковые корпуса 8 соединены с кареткой 14, образуя подвижную опору для медленновращающегося вальца. Эту опору можно перемещать в пазах, выполненных в стенке 10 рамы 20. Это перемещение обеспечивается движением каретки 14 в продольных пазах. Каретка 14 вместе с находящимся в подшипниковых корпусах 8 медленно вращающимся вальцом прижимается при помощи пружины 13 к подвижной стяжке 19. Ограничительные втулки 5 создают необходимый зазор между вальцами. Между кареткой 14 и пружиной 13 находится силовой узел. Внутренняя его полость заполнена жидкостью (водой), не имеющей газовых включений. Силовой узел предназначен для измерения усилий на вальцах, возникающих при размоле продукта. При этом ра-

диальный зазор между вальцами не изменяется. Величину усилия определяют по показанию манометра, соединенного с внутренней полостью силового узла. Силовой узел 15 представляет собой сильфон, внутренняя полость которого по торцам закрыта фланцами. Крутящие моменты на медленновращающемся и быстро вращающемся вальцах измеряют при помощи моментных устройств и весов.



1 - вальцовое устройство (ВУ); 2 - моментное устройство быстро вращающегося вальца (МБ); 3 - весы для измерения усилий на устройстве МБ; 4 - электродвигатель привода устройства МБ; 5 - клиноременная передача привода быстро вращающегося вальца; 6 - клиноременная передача медленно вращающегося вальца; 7 - моментное устройство медленно вращающегося вальца (ММ); 8 - весы для измерения усилий на устройстве ММ; 9 - электродвигатель привода механизма ММ.

Рисунок 6.1 - Установка УВС для исследования характеристик вальцовых станков



1, 17 - валы; 2 - быстро вращающийся валец; 3, 8 - подшипниковые корпуса; 4, 7 - подшипники; 5 - ограничительная втулка; 6 - фланец; 9 - поджимающая пластина; 10 - боковая стенка; 11 - подшипник каретки силового узла; 12, 18 - болты; 13 - пружина; 14 - каретка силового узла; 15 - силовой узел; 16 - медленно вращающийся валец; 19 - подвижная стяжка; 20 - подвижная рама; 21 - виброток; 22 - неподвижная стяжка; 23 - лоток; 24 - корпус

Рисунок 6.2 - Вальцовое устройство

При попадании в зазор между вальцами металлических примесей или других предметов, которые могут вызвать усилия между вальцами, превышающие прочность узлов и деталей установки, происходит увеличение зазора в результате перемещения медленно вращающегося вальца 16 и каретки 14 из-за сжатия пружины 13. Рама 20 может иметь угловое перемещение относительно оси вала 1. Подачу зерна и его продуктов размола на вальцы осуществляют при помощи вибротокка.

Для проведения опыта необходимы следующие приборы:

- а) шлейфовый осциллограф, предназначенный для записи на осциллограмму сигналов тензометрического датчика;
- б) тензометрический датчик типа ДТ, предназначенный для измерения сил, возникающих на вальцах при размоле продукта;
- в) частотомер, предназначенный для измерения частоты вращения вальцов;
- г) индукционный датчик типа ДИ, предназначенный для измерения частоты вращения вальцов;
- д) манометр (не ниже 1-го класса), предназначенный для измерения давления в полости сиффона силового узла.

Методические указания. Задание выполняют шесть студентов. Время, отводимое на выполнение задания, 4 ч занятий и 2 ч внеаудиторной работы.

Перед началом, работы тарируют силовой узел 15. Для этого раму 20 устанавливают в горизонтальное положение. К каретке 14 крепят два троса, которые опираются на прикрепленные к раме блоки и к которым подвешена платформа. Внутреннюю полость силового узла 15 заполняют водой и соединяют трубопроводом с манометром. Кроме того, в корпусе силового узла устанавливают датчик ДТ. Полости трубопровода и манометра также заполняют водой. Затем нагружают платформу грузами, усилие от которых передается каретке 14 и силовому узлу 15, в результате чего по манометру определяют давление жидкости во внутренней полости цилиндра. При помощи шлейфового осциллографа записывают показания датчика ДТ, соответствующие каждому нагружению платформы. Тарировку проводят при прямом и обратном ходе не менее трех раз. Результаты заносят в таблицу 6.1.

Таблица 6.1

Номер опыта	Масса грузов (радиальное усилие) $P_{рад}$, кг	Показание манометра $P_{ман}$, Па	Отклонение линии записи давления от нулевой линии l_c , мм
1			
2			
3			
$n - 1$			
n			

Определяют также мощность холостого хода быстровращающегося $N_{б.х.х}$ и медленновращающегося $N_{м.х.х}$ валцов. Мощность холостого хода валцов находят без подачи продукта при частоте вращения, соответствующей заданию. Результаты заносят в таблицу 6.2.

Таблица 6.2

Частота вращения ротора n_x , об/мин	Усилие на весах Л/Х. Н	Температура масла

При работе моментного устройства нагревается масло, которое смазывает и охлаждает его зубчатую передачу. Нагрев приводит к уменьшению вязкости масла и как следствие к снижению мощности привода. Кроме того, с увеличением частоты вращения валов моментного устройства силы трения в зубчатой передаче растут. Влияние этих факторов на мощность привода учитывают коэффициентами, которые определяют при проведении опыта при постоянной частоте вращения в течение 20...30 мин. Через определенные отрезки времени (2...3 мин) записывают значения температуры масла и показание весов. Работу выполняют при окружных скоростях медленновращающегося вальца $v_m = 2$ м/с, 2,5, 3 м/с. Такие скорости достигают, устанавливая соответствующие шкивы клиноременной передачи и зубчатые колеса.

Частота вращения быстровращающегося вальца должна быть такой, чтобы отношения окружных скоростей были $K = v_{\phi}/v_m = 2,0, 2,5, 3,0, 4,0$. Взаимное положение рифлей валцов - спинка по спинке (сп/сп). Радиальный зазор между вальцами изменяют в диапазоне 1...6 мм.

Порядок выполнения задания. При помощи ограничительных втулок 5 устанавливают максимальный зазор между вальцами. Включают осциллограф и его разогревают. Затем включают электродвигатель привода медленновращающегося вальца, электродвигатель привода быстровращающегося вальца и по показаниям частотомера

устанавливают заданную частоту вращения валцов. Проверив записи показаний датчиков ДТ и ДИ, включают вибрлоток и подают продукт на вальцы.

В процессе работы определяют параметры, которые заносят в таблицу 6.3.

Порядок обработки данных. Строят график тарировки силового узла, т. е. зависимости $P_{ман} - P_{рад}$ (где $P_{ман}$ - показание манометра, $P_{рад}$ - радиальное усилие, действующее на вальцы). После соответствующей обработки осциллограммы строят еще график тарировки силового узла. В этом случае получают зависимость $l_{cy} - P_{рад}$ (l_{cy} - отклонение от нулевой линии записи давления по осциллограмме).

Мощность привода с учетом влияния на нее температуры масла и частоты вращения валов вычисляют по формуле

$$N = \frac{\pi}{30} L (P_y - P_M) \frac{n}{1000}, \text{ кВт}$$

где L - длина коромысла устройства, мм;

P_y - усилие, замеряемое на весах, Н;

P_M - поправка величины P_y на температуру масла и частоту вращения вала устройства, Н;

n - частота вращения выходного вала устройства, об/мин.

Величину P_M вычисляют по формуле

$$P_M = \frac{B}{t_M} + Cn \quad (6.1)$$

где t_M - температура масла, °С; B, C - коэффициенты.

Коэффициенты B, C определяют из формулы (6.1) по результатам опыта, проводимого при вращении входного вала редуктора. В этом случае выходной вал отсоединяют от вальца.

Мощность (кВт) холостого хода вычисляют по формулам:

- быстровращающийся валец

$$N_{x.б.} = \frac{\pi}{30} L_б (P_{y.x.б.} - P_{M.x.б.}) n_{x.б.} / 1000,$$

- медленновращающийся валец

$$N_{x.m.} = \frac{\pi}{30} L_m (P_{y.x.m.} - P_{m.x.m.}) n_{x.m.} / 1000,$$

где $P_{m.x.\delta} = \frac{B_\delta}{t_{m.x.\delta}} + C_\delta n_{x.\delta}$; $P_{m.x.m} = \frac{B_m}{t_{m.x.m}} + C_m n_{x.m}$;

L_δ, L_m - длина коромысла устройства быстро- и медленно-вращающегося вальцов, м;

$P_{y.x.\delta}, P_{y.x.m}$ - усилие, замеряемое на весах быстро- и медленно-вращающегося вальцов при холостом ходе Н;

$B_\delta, B_m, C_\delta, C_m$ - опытные коэффициенты;

$t_{m.x.\delta}, t_{m.x.m}$ - температура масла, замеряемая на выходе из устройства быстро- и медленно-вращающегося вальцов при холостом ходе, °С;

$n_{x.\delta}, n_{x.m}$ - частота вращения быстро- и медленно-вращающегося вальцов при холостом ходе, об/мин.

Таблица 6.3

Частота вращения вальца, об/мин		Усилие на весах привода вальцов, Н		Температура масла моментного механизма вальцов		Показание манометра P_m , Па
быстро-вращающегося n_δ	медленно-вращающегося n_m	быстро-вращающегося $P_{y\Sigma\delta}$	медленно-вращающегося $P_{y\Sigma m}$	быстро-вращающегося $t_{m\Sigma m}$	медленно-вращающегося $t_{m\Sigma\delta}$	

Затем строят график мощности холостого хода каждого вальца в зависимости от частоты вращения. Суммарную мощность (кВт) привода вальцов при размоле продукта вычисляют по формулам:

- быстро-вращающийся валец

$$N_{\Sigma\delta} = \frac{\pi}{30} L_\delta (P_{y\Sigma\delta} - P_{m\Sigma\delta}) n_{\Sigma\delta} / 1000;$$

- медленновращающийся валец

$$N_{\Sigma M} = \frac{\pi}{30} L_M (P_{y\Sigma M} - P_{M\Sigma M}) n_{\Sigma M} / 1000,$$

где $P_{M\Sigma\delta} = \frac{B_{\delta}}{t_{M\Sigma\delta}} + C_{\delta} n_{\Sigma\delta}$; $P_{M\Sigma M} = \frac{B_M}{t_{M\Sigma M}} + C_M n_{\Sigma M}$;

$P_{y\Sigma\delta}$, $P_{y\Sigma M}$ - усилие, замеряемое на весах быстро-вращающегося и медленно-вращающегося вальцов при размоле продукта, Н;

$t_{M\Sigma\delta}$, $t_{M\Sigma M}$ - температура масла, замеряемая на выходе из моментного устройства быстро-вращающегося и медленно-вращающегося вальцов при размоле продукта, °С;

$n_{\Sigma\delta}$, $n_{\Sigma M}$ - частота вращения быстро-вращающегося и медленно-вращающегося вальцов при размоле продукта, об/мин.

Мощность привода вальцов, необходимая только для размола продукта, будет:

- быстро-вращающегося вальца

$$N_{o.\delta} = N_{\Sigma\delta} - N_{x.\delta};$$

- медленно-вращающегося вальца

$$N_{o.M} = N_{\Sigma M} - N_{x.M}.$$

По результатам расчета строят графические зависимости $N_{o.\delta}$ от $n_{\Sigma\delta}$ и $N_{o.M}$ от $n_{\Sigma M}$.

Варианты задания. Определяют мощность приводов быстро-вращающегося N_{δ} и медленно-вращающегося N_M вальцов, радиальное усилие на вальцах при размоле:

а) единичных зерен пшеницы с влажностью $w = 12, 20\%$;

б) слоя зерен пшеницы с влажностью $w = 12, 20\%$. Определяют также усилия, возникающие на вальцах при размоле зерна и подаче его в единицу времени.

Содержание отчета. По результатам выполнения задания составляют отчет, который содержит следующие разделы:

- а) силы и моменты, возникающие при размоле продукта, их действие и основы расчета;
- б) размеры вальцов и величины зазоров между ними;
- в) краткое описание установки и приборов, применяемых при проведении опытов;
- г) порядок тарировки силового узла, определение холостого хода установки;
- д) проведение работы, результаты измерений параметров, результаты обработки данных;
- е) построение графических зависимостей;
- ж) обобщение полученных результатов.

Контрольные вопросы

1. Вальцовые станки имеют систему автоматического управления:

- а) объясните назначение этой системы;
- б) как работает система автоматического управления станком?

2. Как правило, в вальцовых станках оси вращения вальцов находятся в плоскости, имеющей наклон $\alpha = 45^\circ$ к горизонту. Однако используют станки, у которых $\alpha = 0$. Объясните преимущества и недостатки расположения вальцов с $\alpha = 45^\circ$ и $\alpha = 0$.

3. В вальцовых станках окружные скорости быстровращающихся вальцов $v_б$ в 1,25...2,5 раза больше окружных скоростей медленно-вращающихся вальцов $v_м$:

- а) с какой скоростью v_n продукт подают в зону измельчения;
- б) что произойдет, если

$$v_n < v_м < v_б;$$

$$v_м < v_n < v_б;$$

$$v_n > v_б < v_м;$$

4. Рабочая поверхность вальцов имеет рифли, которые выполняют с уклоном. Почему рифли делают с уклоном?

5. Возможны два варианта направления уклона рифлей на мелющих вальцах станка:

- первый - уклон рифлей на быстровращающемся и медленно-вращающемся вальцах имеет одно направление относительно обра-

зующих вальцов; второй - уклоны рифлей на быстровращающемся и медленновращающемся вальцах имеют противоположные направления относительно образующих вальцов. Какой из этих вариантов принят в вальцовых станках и почему?

6. Измельчение продуктов в вальцовом станке происходит в результате сжатия и сдвига частиц продукта. Какие виды энергии сопутствуют этому процессу?

7. Как известно, при размоле в вальцовом станке продукт размола нагревается на $4...8\text{ }^{\circ}\text{C}$, быстровращающийся валец - на $70...90$, а медленновращающийся – на $40...60\text{ }^{\circ}\text{C}$:

а) какая причина нагрева частиц продукта и вальцов?

б) почему медленновращающийся валец имеет температуру меньше, чем быстровращающийся?

в) почему продукт размола нагревается на меньшую величину?

г) почему температура вальцов не растет до бесконечности?

8. Если проследить движение продукта в питающей трубе вальцового станка по системам для сортового помола пшеницы, можно заметить, что, начиная приблизительно со 2-й шлифовочной системы, продукт движется в трубе, не заполняя полностью ее сечение:

а) объясните причину такого движения и роль поплавка;

б) каким образом управляют вальцовым станком при таком движении продукта?

Задачи

1. При размоле продуктов на вальцах возникают силы. Определите окружную, радиальную и осевую составляющие, действующие на вальцы при размоле зернопродуктов, если известно:

а) рифли, расположены «спинка по спинке»;

б) уклон $U = 12\%$;

в) давление от размола $q = 30\text{ Н/мм}$;

г) длина вальцов $l = 1000\text{ мм}$;

д), угол спинки $\beta = 60^{\circ}$.

2. Во время измельчения продуктов в вальцовом станке выделяется большое количество тепла, которое приводит к нагреву вальцов. На I драной системе, например, температура поверхности может достигать: быстровращающегося вальца $70...90\text{ }^{\circ}\text{C}$; медленновращающегося $40...60\text{ }^{\circ}\text{C}$. При этом продукты измельчения зерна нагреваются на $4...8\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Если принять, что вся энергия идет на нагрев продуктов размола, вычислите мощность, затрачиваемую на размол пшеницы в вальцовом станке на I драной системе, приняв: а) длину вальцов $l = 1$ м; б) нагрузку на вальцовый станок $q = 1000$ кг/(см сутки); в) удельную теплоемкость [Дж/(кг К)] пшеницы, выражаемую формулой (в интервале влажности $w = 10...30\%$) $C = 1520 + 21,8w$ влажность пшеницы $w = 16$.

Тестовые задания

Тест № 1

С увеличением соотношения окружных скоростей рабочих органов (вальцов) в вальцовых станках...

- 1) степень измельчения зерна и зольность муки увеличиваются
- 2) степень измельчения зерна увеличивается, а зольность муки уменьшается
- 3) степень измельчения зерна уменьшается, а зольность муки увеличивается
- 4) степень измельчения зерна и зольность муки уменьшаются

Тест № 2

Какая поверхность рабочих органов в вальцовых станках для измельчения зерна не применяется?

- 1) рифленая
- 2) микрошероховатая
- 3) абразивная
- 4) гладкая

Тест № 3

Какое взаимное расположение рифлей рабочих органов вальцовых станков обеспечивает наибольший выход крупок?

- 1) острие по острию (ос/ос)
- 2) острие по спинке (ос/сп)
- 3) спинка по спинке (сп/сп)
- 4) спинка по острию (сп/ос)

Тест № 4

Какое взаимное расположение рифлей рабочих органов вальцовых станков обеспечивает наибольший выход муки?

- 1) острие по оstriю (ос/ос)
- 2) острие по спинке (ос/сп)
- 3) спинка по спинке (сп/сп)
- 4) спинка по оstriю (сп/ос)

Тест № 5

В каком из перечисленных вальцовых станков рабочие вальцы расположены горизонтально?

- 1) в ЗМ2
- 2) в ВМ2-П
- 3) в БВ2
- 4) в А1-БЗН

Тест № 6

В каком из перечисленных вальцовых станков окружная скорость быстровращающегося вальца наибольшая?

- 1) в БВ2
- 2) в А1-БЗН
- 3) в ВМ2-П
- 4) в ЗМ2

Тест № 7

Какой из перечисленных операций при помощи привально-отвального механизма вальцового станка ЗМ2 нельзя...

- 1) регулировать подачу зерна на измельчение
- 2) регулировать параллельность вальцов
- 3) регулировать степень измельчения продукта
- 4) изменять зазор между вальцами при попадании между ними твердых посторонних предметов

Тест № 8

Мукомольные вальцовые станки БВ2 и ЗМ2 наиболее существенно различаются конструкцией...

- 1) привально-отвального механизма
- 2) питающего механизма
- 3) приводного механизма
- 4) устройства для выпуска муки

Тест № 9

Частота вращения быстровращающегося вальца в вальцовом станке А1-БЗН зависит от...

- 1) подачи зерна питающим механизмом
- 2) межвальцового зазора
- 3) поверхности вальца (гладкая или рифленая)
- 4) наличия системы охлаждения

Тест № 10

В вальцовом станке А1-БЗН вальцы расположены...

- 1) под углом 45° к горизонтали
- 2) под углом 30° к горизонтали
- 3) горизонтально
- 4) вертикально

Тест № 11

Какой из перечисленных вальцовых станков оборудован системой охлаждения вальцов?

- 1) ЗМ2
- 2) А1-БЗН
- 3) ВМ2-П
- 4) БВ2

Тест № 12

Питающий зазор в приемно-питающем устройстве вальцового станка А1-БЗН образован...

- 1) заслонкой и дозирующим валком
- 2) дозирующим и промежуточным валками
- 3) дозирующим и распределительным валками
- 4) заслонкой и дозирующим шнеком

Тест № 13

В каком из перечисленных вальцовых станков управление привольно-отвальным механизмом осуществляется при помощи пневмопривода?

- 1) в МВ
- 2) в А1-БЗН
- 3) в ВМ2-П
- 4) в БВ2

Тест № 14

Степень загрузки вальцового станка А 1-БЗН определяют...

- 1) по звуку работающего электродвигателя
- 2) по температуре воды, охлаждающей валки
- 3) при помощи амперметра
- 4) по интенсивности выхода готового продукта

Тест № 15

В большинстве вальцовых станков соотношение окружных скоростей быстровращающегося и медленно вращающегося вальцов составляет...

- 1) 1,5...2,5
- 2) 3,0...5,0
- 3) 0,75...1,0
- 4) 7,5..10

Литература

1. Технологическое оборудование и поточные линии предприятий по переработке зерна: учебник / Л.А Глебов, А.Б. Демский, В.Ф. Веденьев, А.Е. Якубов; I и III части под ред. Л.А Глебова, II часть под ред. А.Б. Демского. - М.: ДеЛи принт, 2010. – 696 с.
2. Глебов Л.А., Демский А.Б., Веденьев В.Ф., Темиров М.М., Огурцов Ю.М. Технологическое оборудование предприятий отрасли (зерноперерабатывающие предприятия). - М.: ДеЛи принт, 2016.
3. Соколов А.Я., Журавлев В.Ф., Душин В.Н. и др. Технологическое оборудование предприятий по хранению и переработке зерна. – 5-е изд., перераб. И доп. – М.: Колос, 1984.
4. Байкин С.В., Курочкин А.А., Шабурова Г.В., Афанасьев А.С. Технологическое оборудование для переработки продукции растениеводства / Под ред. А.А. Курочкина. Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений – М.: КолосС, 2007. – 445 с.
5. Драгилев А.И., Дроздов В.С. Технологическое оборудование предприятий перерабатывающих отраслей АПК. – М.: Колос, 2001. – 352 с.: ил.
6. А.А. Курочкин, Спицин И.А., Зимняков В.М., и др./Под ред. А.А. Курочкина. Дипломное проектирование по механизации переработки сельскохозяйственной продукции Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений – М.: КолосС, 2006.-424 с.
7. Демский А.Б. Комплектные зерноперерабатывающие установки малой мощности. – М.: ДеЛи принт, 2004. – 264 с.
8. Драгилев А.И. Технологическое оборудование: хлебопекарное, макаронное и кондитерское: Учебник для студ. сред. учеб. заведений / А.И. Драгилев, В.М. Хроменков, М.Е. Чернов. – Издательский центр «Академия», 2004. – 432 с.
9. Машины и аппараты пищевых производств. В 2 кн. Учеб. для вузов / С.Т. Антипов, И.Т. Кретов, А.Н. Остриков и др.; Под ред. акад. РАСХН В.А. Панфилова. – М.: Высш. шк., 2001.
10. Егоров Г.А. Технология муки. Технология крупы. – 4-е изд., перераб. И доп. – М.: КолосС, 2005. – 296 с.: ил. – (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).
11. Чеботарев О.Н., Шаззо А.Ю., Мартыненко Я.Ф. Технология муки, крупы и комбикормов. – Москва: ИКЦ «МарТ», Ростов-н/Д: Издательский центр «МарТ», 2004. – 688 с.

Учебное издание

Исаев Хафиз Мубариз-оглы
Купреенко Алексей Иванович
Гапонова Валентина Евгеньевна
Слезко Елена Ивановка

Вальцовые станки

Редактор Осипова Е.Н.

Подписано к печати 10.11. 2016 г. Формат 60x84 1/16.
Бумага офсетная. Усл. п. л. 4,42. Тираж 25 экз. Изд. № 5206.

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ