

## ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ПРЕССА ДЛЯ БРИКЕТИРОВАНИЯ МУКИ ИЗ МЯСА КИТОВ

Ст. инж. П. И. ГУСЕВ, инж. К. Е. КОРЕНЬКОВ

При переработке китов на китобазе «Слава» основным продуктом является жир и как побочный продукт получается кормовая мука из мяса и шквары.

Китовая мука является ценным кормовым продуктом, в связи с чем увеличение ее выпуска представляется весьма желательным.

Однако значительная часть мяса китов в условиях антарктической китобойной экспедиции не используется.

Причиной этого является ограниченная емкость трюмов китобазы.

Необходимо отметить, что технологическое оборудование китобазы «Слава» по своей производительности может полностью обеспечить переработку всего сырья, поступающего на базу.

В связи с этим возникает необходимость возможно полнее использовать полезную емкость трюмов и в ту же ограниченную кубатуру трюмов, как можно больше вместить кормовой китовой муки. Одним из доступных средств наиболее эффективного использования полезной емкости трюмов под кормовую муку является загрузка последних мукой более высокого, чем в настоящее время, объемного веса. Решение этого вопроса может быть достигнуто путем брикетирования муки.

Кормовая мука является рыхлым продуктом, имеющим объемный вес 0,33—0,36 г/см<sup>3</sup> (мясная) и 0,45—0,50 г/см<sup>3</sup> (сальная).

При брикетировании можно ожидать увеличения объемного веса в 2—3 раза, а следовательно, в том же объеме трюмов китобазы «Слава» брикетированной муки можно перевозить в 2—3 раза больше. Кроме того, брикетирование повышает сохранность муки, уменьшает опасность самовозгорания муки и уменьшает возможность окисления жира, содержащегося в ней.

Для решения этой задачи Гипрорыбпромом был запроектирован, а Кандалакшским механическим заводом изготовлен опытный образец мундштучного пресса.

В связи с тем, что опыта брикетирования кормовой китовой муки рыбная промышленность не имеет, перед лабораторией механизации была поставлена задача экспериментальным путем подобрать и обосновать наиболее рациональные режимы брикетирования китовой муки на этом прессе.

Перед проведением испытаний самого пресса были проведены предварительные лабораторные опыты по брикетированию китовой муки.

Опыты проводились на лабораторном гидравлическом прессе, который давал возможность в довольно широких пределах изменять режимы брикетирования и тем самым подобрать оптимальный режим брикетирования для мундштучного пресса.

## ЛАБОРАТОРНЫЕ ОПЫТЫ ПО БРИКЕТИРОВАНИЮ КИТОВОЙ МУКИ

Сырьем для проведения лабораторного брикетирования была кормовая китовая мука двух видов (мясная и сальная), отличающихся по содержанию жира и по крупности частиц муки. Мука того и другого вида подвергалась анализу на содержание жира и влаги, на определение крупности частиц муки и ее объемного веса.

Результаты определений приведены в таблице.

Показатели	Мука мясная	Мука сальная
Влажность в % . . . . .	10,3	11,6
Жирность в % . . . . .	6,1	10,8
Объемный вес в г/см <sup>3</sup> . . . . .	0,33	0,5
Крупность частиц в мм по ситовому анализу в %:		
крупнее 3 . . . . .	19,60	36,45
от 3,0 до 2,5 . . . . .	35,21	11,40
от 2,5 до 2,0 . . . . .	23,80	19,00
от 2,0 до 1,5 . . . . .	11,83	23,05
от 1,5 до 1,25 . . . . .	5,92	5,80
менее 1,25 . . . . .	3,64	4,30

Основными факторами, влияющими на результат брикетирования, являются давление, время брикетирования, а также температура и влажность исходного продукта.

Исходя из технологического процесса получения кормовой китовой муки на китобазе «Слава» и предполагаемого режима работы опытного образца мундштучного пресса, мы приняли давление брикетирования 450, 370 и 295 кг/см<sup>2</sup>. Эти давления соответствуют давлениям, развиваемым мундштучным прессом при его работе.

Поскольку влажность и температура муки свободно регулируются в процессе производства кормовой муки, мы также задали эти параметры, причем влажность муки приняли 10, 14, 16%, а температуру 18—20, 45 и 65°.

Время прессования было принято равным 1 мин., что также соответствует времени брикетирования муки в опытном образце мундштучного пресса.

Увеличение влажности муки достигалось путем увлажнения исходной муки разбрызгиванием необходимого количества влаги по ее поверхности с последующим перемешиванием и суточной выдержкой в эксикаторе.

Количество влаги, потребной для увлажнения до заданной влажности, определялось расчетом.

Прогрев муки до заданной температуры производился в сушильном шкафу в течение 30 мин. и контролировался термометром. Чтобы мука в процессе брикетирования не остывала, прессформа также предварительно подогревалась в сушильном шкафу до той же температуры.

Давление прессования контролировалось по манометру, время — по секундомеру.

Степень сжатия, т. е. изменение объема муки в процессе брикетирования, определялась по формуле

$$\beta = \frac{V_0 - V_1}{V_0},$$

где:  $V_0$  — объем муки, загружаемой в прессформу;  
 $V_1$  — объем брикета, полученного в результате брикетирования.

Прочность брикета (показателем которой является удельная разрушающая нагрузка) определялась путем раздавливания брикета на гидравлическом прессе. Давление, при котором брикет разрушался, определялось пересчетом показаний манометра на фактическую нагрузку в кг.

Брикетирование производилось на гидравлическом прессе в прямоугольной прессформе с размерами канала  $60 \times 40$  мм при высоте прессформы 70 мм.

Муку известного объемного веса взвешивали на весах порциями в 75 г, засыпали в прессформу и уплотняли постукиванием деревянным молотком по боковой поверхности прессформы. Прессформу устанавливали на столе пресса и образец отпрессовывали. Отпрессованный брикет извлекали из прессформы, взвешивали и измеряли. На основании этих данных определяли объем и объемный вес. Брикеты для определения их качества осматривали и после 7—10-дневного хранения разрушали под статической нагрузкой.

На основании полученных результатов брикетирования были построены графики (рис. 1, 2, 3) изменения объемного веса в зависимости от изменения давления, влажности и температуры. В процессе брикетирования первоначально было отпрессовано по 27 брикетов для каждого вида муки при различных параметрах.

Для подтверждения лучших результатов были проведены дополнительные опыты по брикетированию и сделано по 9 брикетов для каждого вида муки. Кроме того, было проверено изменение прочности брикета из мясной муки в зависимости от длительности выдержки брикета под нагрузкой. Режим брикетирования: давление  $445 \text{ кг/см}^2$ , температура  $20^\circ$ , влажность 10,8%, число брикетов 9. Результаты опытов приведены ниже.

Время выдержки в минутах . . .	1	3	5	10	20
Разрушающая нагрузка в $\text{кг/см}^2$ .	24	47	53	65	93

В результате проведенных опытов установлено, что объемный вес брикетов при всех режимах брикетирования находится в пределах от 0,82 до  $1,12 \text{ г/см}^3$  для мясной муки и от 0,94 до  $1,66 \text{ г/см}^3$  для сальной, т. е. объемный вес брикета в 2,45—3,40 раза больше, чем объемный вес мясной муки, и в 1,88—2,32 раза больше, чем объемный вес сальной муки. Лучшие по прочности брикеты получаются при брикетировании под давлением  $370\text{—}450 \text{ кг/см}^2$ , при влажности муки 14% и температуре  $45^\circ$ . При этом брикеты из мясной муки получаются более крепкими, чем из сальной. При хранении брикетов большая часть их начинает растрескиваться по боковым граням. Мелкие трещины на прочность брикета особого влияния не оказывают. Появление трещин может происходить за счет частичного высыхания их или за счет сил внутреннего напряжения. Не исключено, что трещины образуются за счет наличия воздуха, находящегося в промежутках между частицами муки и сжимаемого при брикетировании.

На основании построенных графиков изменения объемного веса в зависимости от давления, влажности и температуры можно сделать вывод, что увеличение давления и температуры на увеличение объемного веса и на прочность брикета существенного влияния не оказывает, а увеличение влажности сказывается отрицательно.

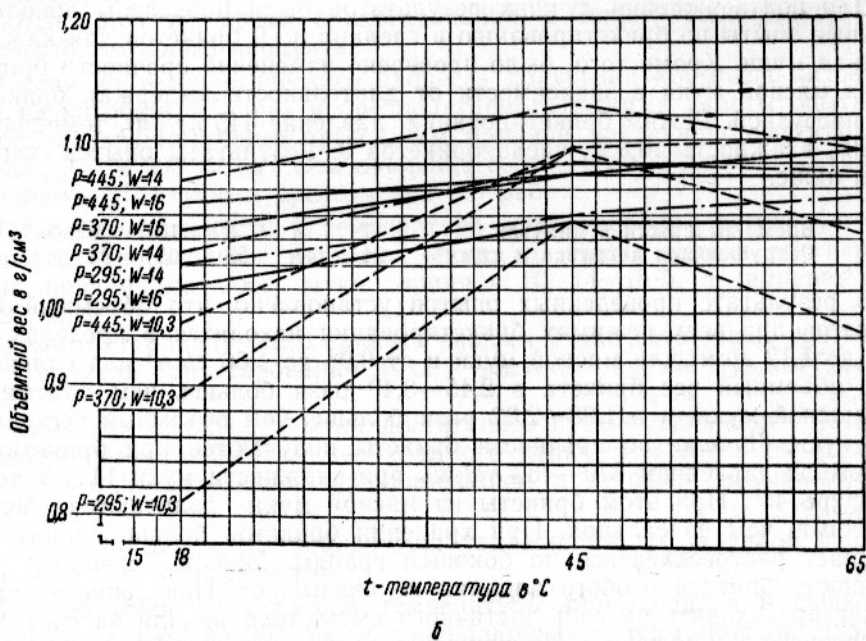
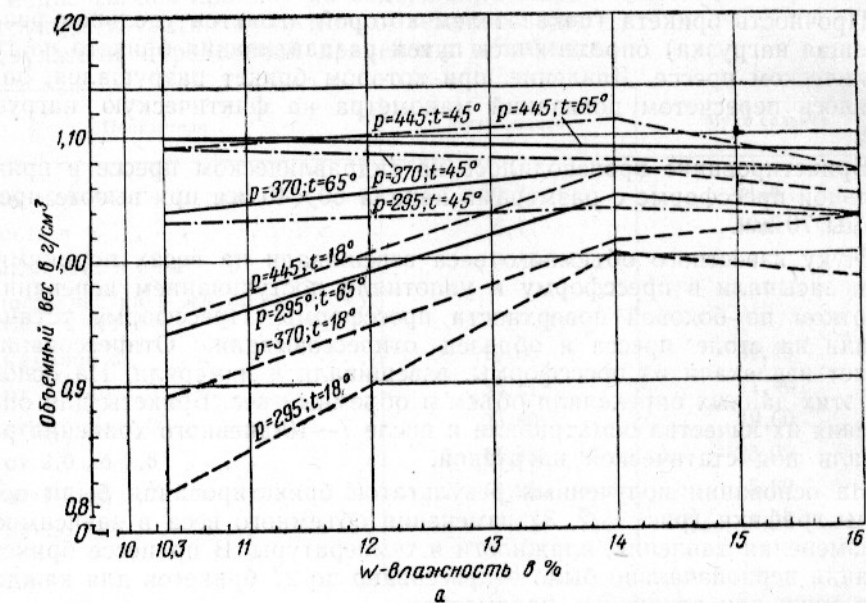


Рис. 1. График изменения объемного веса кирпича в зависимости от:  
 а—влажности при  $p=\text{const}$  и  $t=\text{const}$ ; б—температуры при  $p=\text{const}$  и  $w=\text{const}$ .

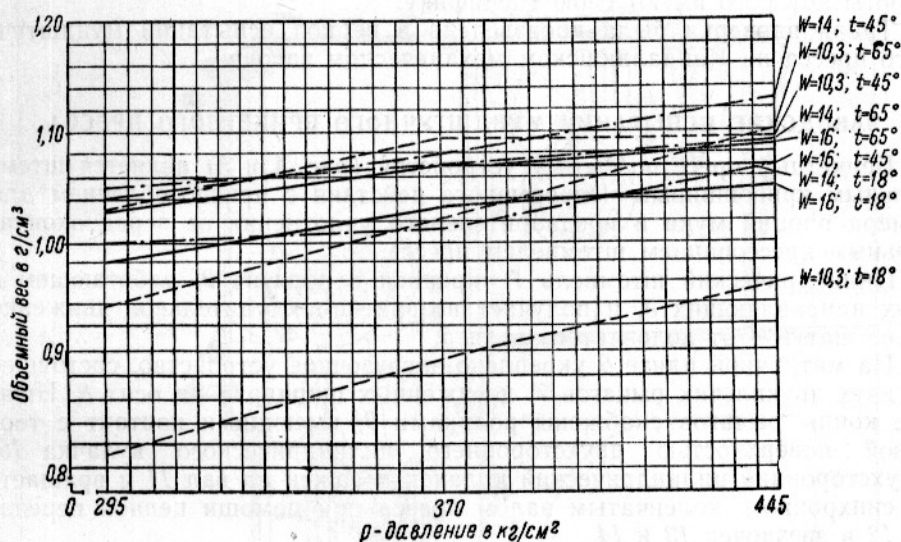


Рис. 2. График изменения объемного веса кирпича в зависимости от давления при  $w = \text{const}$  и  $t = \text{const}$ .

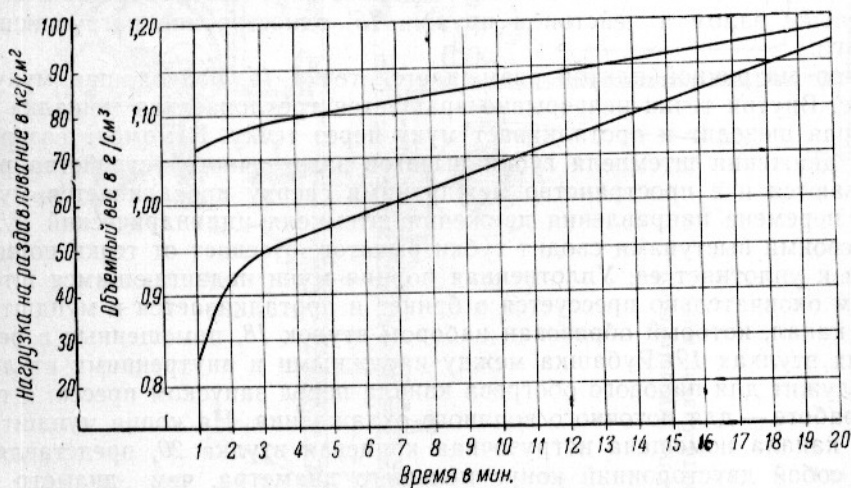


Рис. 3. График изменения прочности и объемного веса кирпича в зависимости от длительности пребывания кирпича под давлением при  $p = 445 \text{ кг/см}^2$ ,  $t = 20^\circ$ ,  $w = 10,8\%$ .

Прочность брикета повышается с увеличением времени выдержки. Увеличение времени брикетирования целесообразно с точки зрения повышения прочности брикета.

Поскольку найденный в лабораторных условиях режим брикетирования установлен при работе на гидравлическом прессе, он был проверен и уточнен при брикетировании на мундштучном прессе, условия работы которого имеют свою специфику.

Такая проверка была произведена в период испытаний мундштучного пресса на Кандалакшском механическом заводе.

### ЗАВОДСКИЕ ИСПЫТАНИЯ МУНДШТУЧНОГО БРИКЕТНОГО ПРЕССА

Брикетный пресс по своему устройству (рис. 4 и 5) является штемпельным кривошипным непрерывного действия с приспособлением для отмера порций муки и предварительного уплотнения ее перед окончательным прессованием штемпелем пресса.

Цилиндрический штемпель 1 укреплен в ползуне 2, работающем в двух направляющих 3, и получает возвратно-поступательное движение через шатун 4 от коленчатого вала 5.

На матричной плите 6 укреплено загрузочное устройство, состоящее из двух двухплечих рычагов 7, посаженных шарнирно на осях 8. Нижние концы рычагов снабжены роликами 9, имеющими контакт с торцовой поверхностью двухстороннего цилиндрического кулачка 10. Двухсторонний цилиндрический кулачок посажен на вал 11 и вращается синхронно с коленчатым валом пресса при помощи цепной передачи 12 и звездочек 13 и 14.

Верхние концы рычагов развиты в губки, которые в закрытом положении образуют замкнутый по контуру канал для штемпеля пресса.

Автоматичность и синхронность действия загрузочного устройства создаются симметричным расположением выступов на цилиндрическом кулачке, вращением последнего с одинаковой угловой скоростью с коленчатым валом и действием пружин 15, односторонне нагружающих рычаги.

Над матричной плитой размещается течка 16, подводящая муку в пресс. Внутри течки непрерывно вращается трехлопастная мешалка 17, которая шевелит и проталкивает муку через течку. В момент возвратного движения штемпеля губки рычагов загрузочного устройства раскрываются и в пространство между ними сверху проваливается мука. При перемене направления движения штемпеля цилиндрический кулачок своими выступами сводит губки рычагов, отсекает от течки порцию муки и уплотняет ее. Уплотненная порция муки надвигающимся штемпелем окончательно прессуется в брикет и проталкивается в мундштучный канал, который образован набором втулок 18, помещенных в резбовых втулках 19. Рубашка между наружными и внутренними втулками служит для парового обогрева канала перед запуском пресса, а при его работе — для поточного водяного охлаждения. На конце мундштучного канала помещена нагрузочная концевая втулка 20, представляющая собой двусторонний конус меньшего диаметра, чем диаметр отверстия у внутренних втулок мундштучного канала. Нагрузочная втулка имеет быстросменное крепление на мундштуке.

Пресс работает от электродвигателя 21 (мощность в 22 квт при 1450 об/мин.), который через клиноременную передачу приводит в движение промежуточный вал 22 с маховиком 23. Промежуточный вал шестерней 24 передает через зубчатое колесо 25 вращение коленчатому валу.

На промежуточном валу между ведомым шкивом и валом помещена предохранительная кулачковая муфта, нагружаемая пружиной. Число двойных ходов штемпеля в минуту 100. Максимальное удельное дав-

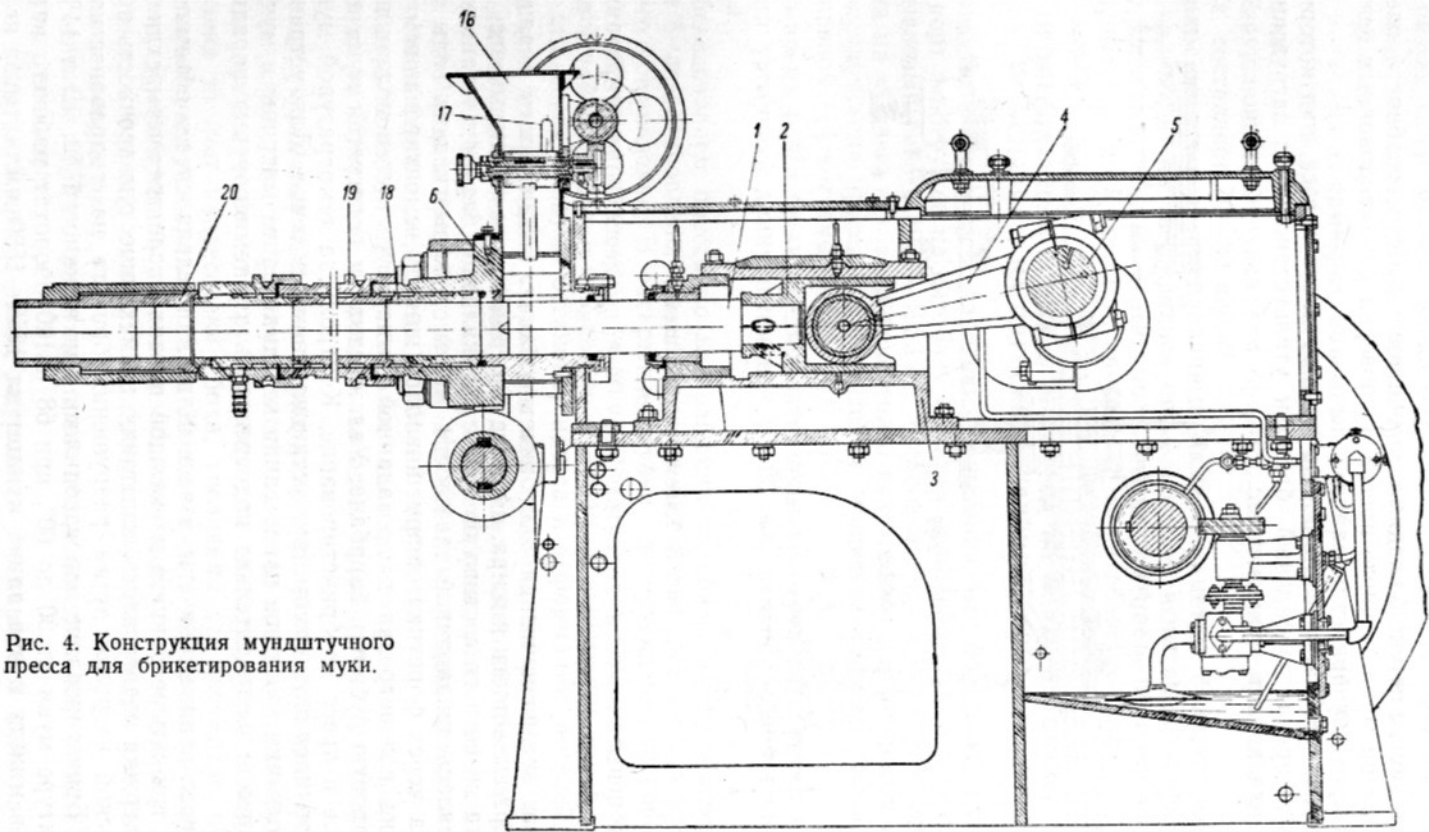


Рис. 4. Конструкция мунштучного прессы для брикетирования муки.

ление брикетирования  $450 \text{ кг/см}^2$  и регулируется числом втулок в мундштучном канале.

Производительность пресса  $1000 \text{ кг}$  брикета в час, вес пресса  $1950 \text{ кг}$ .

В задачу испытаний входило определение работоспособности опытного образца мундштучного пресса и проверка рекомендованных режимов по процессу брикетирования.

Опытная установка состояла из мундштучного пресса, над которым был смонтирован сушильный барабан утильустановки с загрузочной точкой для подачи муки в пресс.

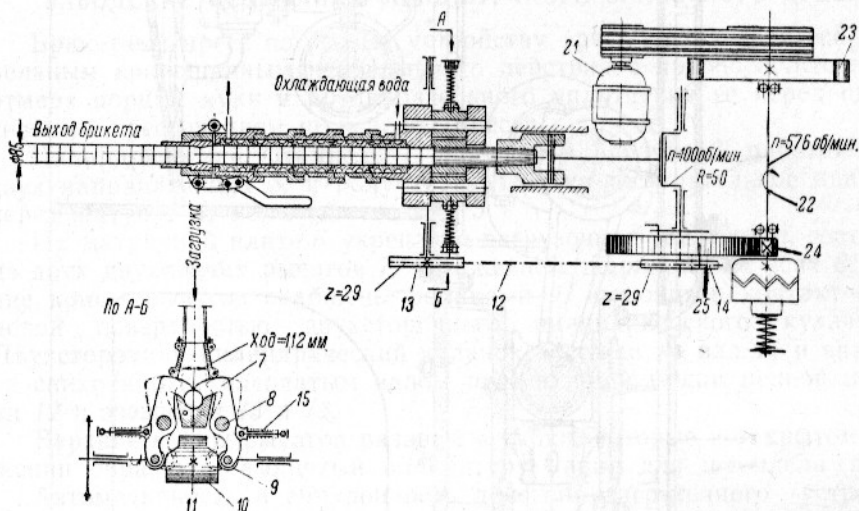


Рис. 5. Кинематическая схема.

При испытаниях на холостом ходу и в процессе брикетирования пресс работал нормально и показал спокойную и бесперебойную работу.

Мука, предназначенная для брикетирования, подвергалась анализу на содержание влаги и жира, а также определялся ее объемный вес.

Мука известного состава по весу загружалась в барабан установки, увлажнялась до заданной влажности путем разбрызгивания воды из мерника через форсунку, перемешивалась шнеком, смонтированным в барабане, и подогревалась до заданной температуры путем подачи пара в паровую рубашку барабана. Увлажненная и подогретая мука подавалась в пресс на брикетирование. Контроль за температурой муки осуществлялся по термометру, установленному в точке. Для устранения остывания муки при прессовании передняя плита матрицы и мундштук пресса предварительно подогревались до температуры порядка  $70-90^\circ$ .

Отпрессованные брикеты взвешивались, определялся их объемный вес; по три-четыре брикета из каждой партии после трех-четырехдневной выдержки подвергались испытанию на механическую прочность при статической нагрузке путем разрушения брикета на гидравлическом прессе. Брикетирование производилось при влажности 10, 12 и 14%, температуре муки от 30 до  $60^\circ$ , при 68 и 100 оборотах рабочего вала пресса в минуту и при длине мундштука  $1250-1800 \text{ мм}$ .

В результате брикетирования при указанных параметрах прочного брикета из сальной муки получить не удалось. Брикеты были рыхлые, а при хранении рассыпались. Из-за отсутствия поддерживающего лотка или желоба на выходе брикетов последние получались с кольцевы-



ми поверхностными надрывами, однако эти надрывы не оказывали отрицательного влияния на прочность брикета.

Наиболее прочные брикеты были получены при влажности 12%, температуре муки 30—40°, длине метрического канала 1800 мм и при 68 об/мин. что соответствует времени нахождения брикета под давлением 1,5 мин.

При данных параметрах объемный вес брикета равняется 1,10—1,15 г/см<sup>3</sup>, что в 2,9—3,4 раза больше объемного веса небрикетированной муки.

Разрушающая нагрузка для брикета, полученного при данных режимах, составляет 70—80 кг/см<sup>2</sup>.

Таким образом рекомендованные нами параметры брикетирования муки полностью подтверждались при заводском испытании мундштучного пресса и выявилась возможность направить пресс на промышленные испытания, которые были проведены на китобазе «Слава».

### ПРОМЫШЛЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ ПРЕССА НА БОРТУ КИТОБАЗЫ «СЛАВА» И НА ОДЕССКОМ АГАРОВОМ ЗАВОДЕ

Брикетный пресс после заводских испытаний был доставлен в Одесский порт и погружен на китобазу «Слава», отправлявшуюся в седьмой промысловый рейс в 1952—1953 гг. Установка пресса на палубе жирозавода на «Славе» была произведена с некоторыми нарушениями правил эксплуатации пресса и с двигателем, мощность которого оказалась заниженной (14 квт вместо 25).

Во время рейса были предприняты попытки переделать пресс, в частности увеличить длину штемпеля на 55 мм, что привело к поломке пресса.

Обследованием пресса по возвращении китобазы из промыслового рейса было установлено, что наделка на штемпель пресса была причиной его повреждений. В раскрытые губки дозирующего устройства, между которыми находился удлиненный штемпель, засыпалась мука, которая при закрытии губок спрессовывалась и защемляла между губками штемпель, вызывая остановку пресса и деформацию деталей.

Рычаги дозирующего устройства при проверке их размеров и контура имели отклонения от чертежа до 5 мм за счет их прогиба. Плавающий палец малой головки шатуна и ползуна имел вмятины до 1,5 мм глубиной и прогиб до 3 мм. На коренных подшипниках коленчатого вала были видны следы глубокой выработки.

Решили провести дополнительное испытание пресса в береговых условиях на Одесском агаровом заводе, предварительно исправив пресс.

Во время ремонта был внесен ряд изменений в конструкцию пресса, которые улучшили его работу; вместо односторонней вставки сухаря сделали закрытую по контуру матрицу для штемпеля, увеличили вес маховика за счет напрессовки обода, увеличили ход штемпеля путем увеличения радиуса кривошипа на 20 мм за счет переточки коленчатого вала, демонтирована педаль разобщения между коленчатым и промежуточным валами, вынесли электродвигатель из тумбы пресса на общую с прессом раму.

В сентябре 1957 г. брикетный пресс после ремонта был испытан на заводе-изготовителе.

Для испытаний пресса завод располагал 2 т кормовой муки из мяса китов, полученной от китобазы «Слава» из промыслового рейса 1956—1957 гг. Пресс был укомплектован электродвигателем мощностью 20 квт при 1450 об/мин. При испытаниях на выработку брикета он работал спокойно, легко запускался под нагрузкой.

Мука перед брикетированием увлажнялась до 12 и 14% разбрызгиванием из лейки и перемешивалась в котле — сосуде емкостью 0,7 м<sup>3</sup>. В котел одновременно засыпалось два мешка муки общим весом 64—68 кг. Увлажненная мука подавалась из сосуда вручную совком в загрузочную воронку пресса. Из-за отсутствия на заводе средств для обогрева муки в указанных объемах она при загрузке в пресс имела температуру окружающей среды 4—5°.

Во время брикетирования мундштучный канал обогревался паром.

Брикеты, полученные из муки влажностью до 12%, оказались плотными и прочными. Увлажнение муки до 14% значительно снижало прочность брикетов; такие брикеты вновь смешивали с сухой и холодной мукой и направляли в пресс. Брикеты убирали в мешки из-под муки, при этом мешок подвешивали на крючки, укрепленные на конце мундштука, и брикеты насыпью заполняли мешок. Брикеты, получаемые из двух мешков муки, размещались в одном мешке, не заполняя его полностью.

Комиссия завода с участием представителя Гипрорыбпрома признала результаты испытания пресса удовлетворительными и рекомендовала пресс для эксплуатации в промысловых условиях, предварительно проверив пресс на износоустойчивость с переработкой 40—50 т муки в береговых условиях.

Проведенные испытания и полученные результаты показали, что кормовая мука из мяса китов влажностью 12% легко брикетуется при температуре 5—6° без предварительного подогрева, при этом получают качественные брикеты. Брикет, убираемый навалом в мешок непосредственно при его выходе из пресса, занимает объем вдвое меньший чем мука.

При уборке брикетов навалом в мешки просто решается вопрос механизации заполнения мешков, так как не требуется ручная утрамбовка мешков, что является обязательным для муки.

При сокращении объема муки в брикетах при уборке в тканевые мешки вдвое повысится загрузка по весу танков китобазы.

Снижение температуры брикетирования благотворно отражается на хранении брикетов в танках китобазы и на качестве брикетов в целом.

В результате хранения и перевозки кормовой муки в брикетах в несколько раз повышаются сроки хранения муки.

## ВЫВОДЫ

1. Разработана конструкция пресса для брикетирования муки из мяса китов.

2. Разработан режим прессования брикетов из мясной муки в двух вариантах: при температуре муки 30—40° и при температуре муки 5—6° с одновременным обогревом мундштука. При этом прочие параметры режима прессования выражаются следующими величинами: давление 400—450 кг/см<sup>2</sup>; влажность муки 10—12%; время выдержки брикета под давлением 1,5 мин.

3. Получены брикеты из мясной муки размером: длина 85 мм, толщина 50—60 мм. Объемный вес муки в брикете 1,10—1,15 г/см<sup>3</sup>, прочность брикета около 50 кг/см<sup>2</sup>.

4. При брикетировании сальной муки не получено брикетов достаточной прочности.