

УДК [639.3.043.2:631.363](047)

Калиновская О.П., Лысенко В.Я., Иваницкий Ю.И., Тюк-
тяев И.Ш., Филатов А.В., Чернявский А.И. Комбикорма для
рыб и механизация их приготовления. Обзор, 1973, с. 1-52,
илл. 18, табл. 5, приложение 1. Библиогр.: 60 назв. (М.,
ЦНИИТЭИРХ).

В обзоре рассматриваются способы приготовления ком-
бинированных кормов для рыб, выращиваемых в прудах.
Описаны технологические схемы, а также отдельные маши-
ны и механизмы для производства кормов. Приводятся срав-
нительные данные по результатам кормления рыб кормами,
приготовленными различными способами. Обосновывается
экономическая эффективность производства и использова-
ния гранулированного корма влажного прессования.

МИНИСТЕРСТВО РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА СССР

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ИНФОРМАЦИИ И ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Калиновская О.П., Лысенко В.Я.,
Иваницкий Ю.И., Тюктяев И.Ш.,
Филатов А. В., Чернявский А. И.

КОМБИКОРМА ДЛЯ РЫБ И МЕХАНИЗАЦИЯ ИХ ПРИГОТОВЛЕНИЯ

Редакционный совет:

канд. техн. наук *К.Л. Павлов* (редактор серии)

В.П. Лукин (научный редактор)

канд. техн. наук *И.Г. Смыслов*

канд. техн. наук *В.А. Шеняков*

Ю.В. Широшкин

Основным объектом прудового рыболовства является карп. В 1968 г. общее его производство в СССР, других странах Европы и Израиле составило 110400 т.

В странах Центральной и Восточной Европы было произведено около 60 000 т при общей площади прудов 120 000 га.

Половина этой рыбопродукции получена при кормлении рыбы кормами (кормовые коэффициенты 4–5), при этом рыбопродуктивность прудов достигала 21 ц/га [4], в то время как при естественных кормах она составляла 8–10 ц/га.

В директивах XXIV съезда КПСС по плану развития народного хозяйства СССР на 1971–1975 гг. намечено увеличение производства прудовой рыбы в стране до 2,3 млн. ц. Из них 1,7 млн. ц должно быть произведено в государственных прудовых хозяйствах и 0,6 млн. ц — в колхозах и совхозах Министерства сельского хозяйства СССР. Для выращивания такого количества рыбы потребуется 750 тыс. т комбикормов в год.

Учитывая то, что стоимость комбикормов составляет около 70% стоимости выращиваемой рыбы, важное значение имеет снижение затрат корма на единицу прироста рыбы.

Это может быть достигнуто не только за счет применения полноценных кормов, сбалансированных по аминокислотному составу, минеральным веществам, витаминам, стимуляторам роста и другим добавкам, но и за счет совершенствования способов приготовления кормов.

В обзоре описаны существующие способы производства комбинированных кормов для рыб как в Советском Союзе, так и за рубежом. Приводятся сравнительные характеристики кормов, приготовленных различными способами, и данные по их затратам на единицу прироста рыбы и рыбопродуктивности.

ПРИГОТОВЛЕНИЕ ТЕСТООБРАЗНЫХ КОРМОВ

Тестообразные рыбные комбикорма готовят путем смешивания рассыпных комбикормов, вырабатываемых комбикормовыми заводами по специальной рыбоводной рецептуре [19], с водой непосредственно перед их раздачей. Смешивание компонентов производится различными механизмами — кормосмесителями.

Широкое применение в рыбхозах нашли кормосмесители 39А с приводом от бензодвигателя и 40А с приводом от электродвигателя.

Кормосмеситель 40А (рис. 1) работает следующим образом. Рассыпной комбикорм из бункера, расположенного над

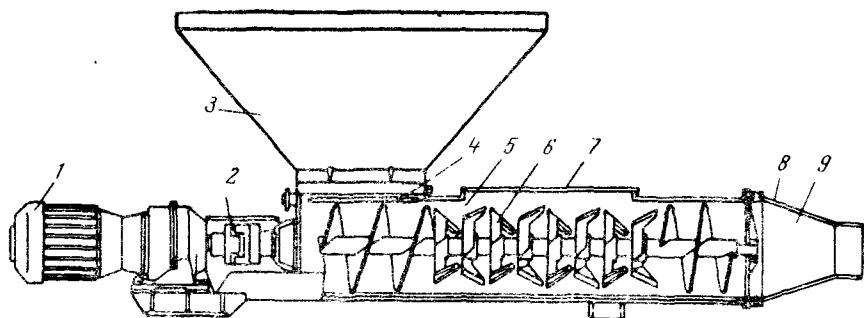


Рис. 1. Кормосмеситель 40А

телем, в заданном количестве поступает в загрузочный бункер 3. Из регулирующего устройства 4 поступает вода. Предварительно увлажненный комбикорм направляется в камеру 5, где он интенсивно перемешивается лопастями 6. Витки шнека и лопасти крепятся на одном валу, который приводится в действие через соединительную предохранительную муфту 2 от мотора-редуктора (МР-3) 1 мощностью 2,8 кВт. Прессовка тестообразного комбикорма производится витками шнека, которые выталкивают его через коническую насадку 9 разгрузочного окна 8. За процессом смешивания наблюдают через смотровую крышку 7.

Производительность кормосмесителей 39А и 40А составляет 8,0 т/ч по сухой массе.

Для перемешивания и одновременной раздачи тестообразных кормов в рыбхозах используются кормораздатчики проекта 1507 (рис. 2).



Рис. 2. Кормораздатчик проекта 1507

Рассыпной комбикорм засыпается транспортером или другими средствами в кормосмеситель КУТ-3М, где он размешивается до тестообразного состояния. Перемешанный шнеками корм подается в выдающее устройство и сбрасывается в воду в виде спрессованных кусков (брикетов) весом до 15 кг (рис. 3). Кроме приготовления и раздачи тестообразных кормов кормораздатчики проекта 1507 могут производить аэрацию воды и вводить в нее минеральные удобрения.

Рассыпные и тестообразные комбикорма обладают рядом недостатков, отрицательно влияющих на их качество при хранении и перевозках: гигроскопичность, способность к самосортированию, малый объемный вес, слеживание, самосогревание, плесневение, а при продолжительном хранении наблюдаются значительные потери их питательной ценности.

При погружении в воду значительная часть кормов размывается водой и безвозвратно теряется. Имеют место большие потери питательных веществ за счет вымывания (экстрагирования) и выщелачивания их водой.

Значительная часть вносимых кормов теряется в самом процессе кормления рыбы за счет перемешивания с илом.

Несъеденная часть корма быстро закисает и в дальнейшем рыбой не используется, что ухудшает газовый режим прудов, в результате чего могут возникнуть заморы на участках раздачи корма.

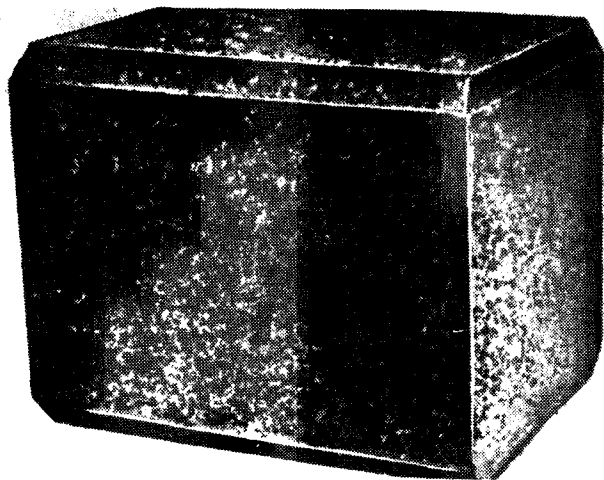


Рис. 3. Брикет из тестообразного корма

Это также приводит к снижению эффективности использования рассыпного и тестообразного корма. По данным лаборатории физиологии ВНИИПРХ, при погружении такого корма в воду теряется около 50% питательных веществ. Рассыпные корма, кроме того, имеют большие потери при погрузочных операциях, их транспортировке и хранении.

ПРИГОТОВЛЕНИЕ БРИКЕТИРОВАННЫХ КОРМОВ

Многие недостатки рассыпных комбикормов устраняются за счет их брикетирования. В этом случае они приобретают повышенную водостойкость, стойкость к экстрагированию питательных веществ при погружении в воду, большую устойчивость к длительному хранению без потери питательной ценности.

Брикетирование применяется при приготовлении кормов для сельскохозяйственных животных [32] и прудовой рыбы [9, 13].

При погружении в воду брикеты постепенно набухают, сохраняя форму, и хорошо поедаются рыбой.

ВНИИПРХ совместно с Белорусским институтом механизации сельского хозяйства (БИМСХ) и институтом "Гидрорыбпроект" разработана механизированная линия приготовления брикетированных комбикормов производительностью 2 т/ч.

На линии возможно также приготовление тестообразных кормов для кормления молоди. Производительность линии по тестообразным кормам — 8 т/ч.

Эти линии, применяемые в прудовых рыбоводных хозяйствах с 1968 г., позволяют использовать различные местные корма: непищевую рыбу, зеленую растительность, отходы от переработки продуктов сельскохозяйственного производства.

Механизированная линия представляет собой комплекс агрегатов, обеспечивающих измельчение зеленой растительности, хранение и транспортировку компонентов кормовой смеси, их дозирование, смешивание и прессование.

На рис. 4 дана принципиальная технологическая схема линии приготовления кормов на Шатурской опытно-производственной базе (ВНИИПРХ).

Рассыпной комбикорм из склада щитом механической лопаты 1 загружают в приемный бункер ковшового элеватора 2. Норией комбикорм транспортируется в бункер кормораздатчика 4. Другой кормораздатчик 5 через шнековый транспортер 9 загружается пастой из зеленой растительности, приготовленной на измельчителе кормов 11. Из кормораздатчиков компоненты подаются в кормосмеситель 16, где они увлажняются до 24–28% и перемешиваются. Увлажненная кормовая смесь шнековым транспортером 15 подается в загрузочный бункер пресса 14 и затем в прессовую камеру, где она спрессовывается штемпелем, образуя брикет. При очередном его ходе образуется следующий брикет, который продвигает предыдущий. Таким образом, готовые брикеты выходят из матричного канала, попадают на лотки 17 и сплошной лентой направляются в бункер-накопитель 18.

Вода подается центробежным насосом 13 в водяной бак 12, откуда самотеком поступает в трехкамерный солерастворитель 10, в котором производится приготовление раствора микродобавок. Раствор микродобавок насосом 8 закачивается в расходный бачок 7 емкостью 0,05 м³. Дозирование раствора осуществляется с помощью запорных устройств и ротаметра 6. Из расходного бачка раствор мик-

родобавок самотеком поступает в кормосмеситель. При изготовлении тестообразных кормов контроль дозирования воды производится ротаметром 3.

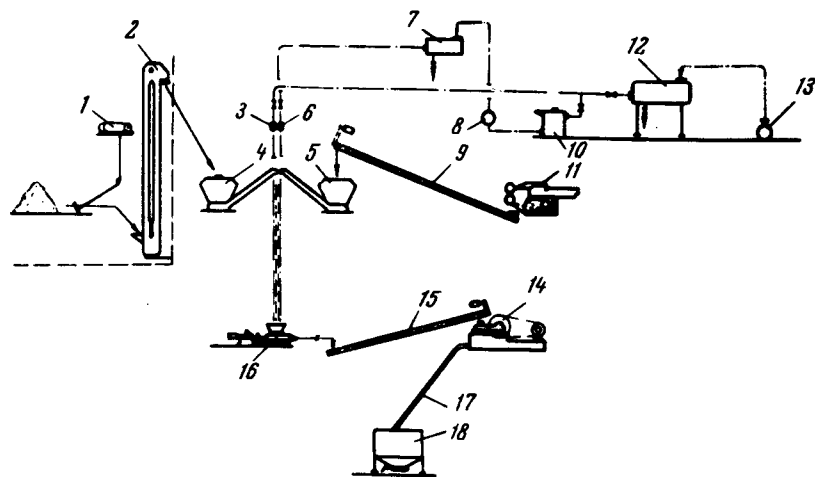


Рис. 4. Принципиальная технологическая схема линии приготовления брикетированных комбикормов:

1—механическая лопатка ТМЛ-2М; 2—ковшовый элеватор "Нория"; 3—ротаметр РС-3; 4,5—кормораздатчики КРС=1,0; 6—ротаметр РС-5; 7—расходный бачок; 8—насос ВКФ-2; 9,15—шнековые транспортеры ПШП-4; 10—солерастворитель ХСР-3; 11—измельчитель кормов "Волгарь-5"; 12—водяной бак; 13—центробежный насос 2К6; 14—пресс ПТБ-2М; 16—кормосмеситель 40А; 17—направляющие лотки; 18—бункер-накопитель

Дозирование рассыпного комбикорма и измельченной зеленой растительности производится изменением числа оборотов выдающих шнеков кормораздатчиков, в системе приводов которых установлены вариаторы типа ВР-1 с пределом вариации от 1 до 4. Число оборотов шнека для подачи рассыпного комбикорма составляет 18—20 об/мин, а для подачи зеленой растительности — 2—4 об/мин.

На рис. 5 изображены основные элементы линии приготовления брикетированных кормов.

Брикеты, полученные на прессе ПТБ-2М (рис. 6), имеют следующие размеры: длина 90 мм, ширина 45 мм, толщина 18—20 мм. Вес

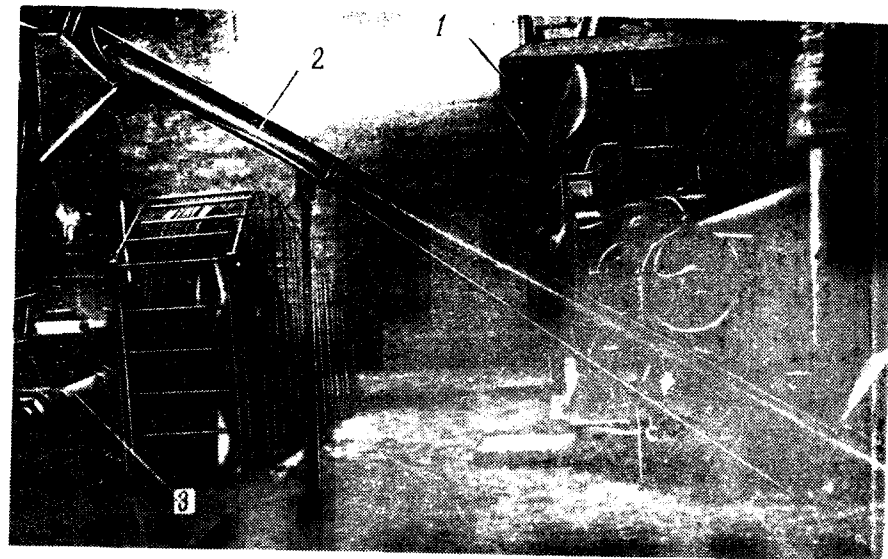


Рис. 5. Основные элементы линии приготовления брикетированных кормов:

1—кормораздатчик КРС-1,0; 2—шнековый транспортер ПШП-4; 3—пресс ПТБ-2М

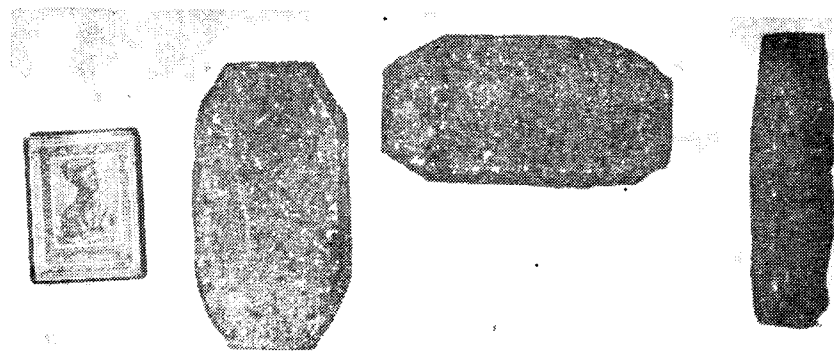


Рис. 6. Брикет

одного брикета 90—110 г. Качество брикетов в основном зависит от гранулометрического состава сырья, его влажности, удельного давления прессования и сил трения сырья о стенки матрицы. Грануло-

метрический состав сырья задается рецептурой, изменение его в процессе брикетирования не осуществимо. Регулируемой является влажность кормовой смеси перед ее прессованием, однако диапазон регулирования ее ограничен условиями работы оборудования.

Оптимальная влажность кормовой смеси, предназначенной для брикетирования, равна 22–28%. Наибольшая влажность кормовой смеси необходима при приготовлении брикетов в условиях высоких температур окружающей среды и оборудования, так как в процессе транспортировки кормовой смеси и при контакте ее с сильно нагретыми деталями пресса (пресс не имеет охлаждающей системы) происходит частичное испарение влаги. При температуре окружающей среды до 25°С влажность кормовой смеси должна быть не выше 24–25%. Приготовленные брикеты при выходе из матричного канала имеют температуру 50–60°С и влажность 15–16%. В процессе транспортировки и нахождения в бункере влажность брикетов снижается до 14–14,5%. Такая влажность обеспечивает необходимую механическую прочность брикетов [4] и способствует длительному их хранению в складских помещениях.

Опыты, проведенные БИМСХ, показали, что при транспортировке брикетов навалом в кузове автосамосвала на расстояние до 30 км крошимость их не превышала 3%, а при транспортировке брикетов, приготовленных с добавкой пасты из зеленой растительности, в затаренном виде на расстояние 215 км крошимость составила 1,4–2,5%.

Плотность брикетов сразу после приготовления из комбикорма без добавок составляет 1,225 г/см³, после годичного хранения – 1,325 г/см³. Плотность брикетов с добавкой растительной пасты после годичного хранения составляет 1,186–1,268 г/см³. Влагостойкость брикетов – 2,5–3 ч.

Опыты БИМСХ показали, что вымываемость ценных питательных веществ из брикетированных кормов при нахождении их в воде уменьшилась в 2 раза по сравнению с тестообразными и в 1,6 раза по сравнению с гранулированными комбикормами сухого прессования. При семимесячном хранении потери жиров и протеинов в рассыпных комбикормах составили соответственно 10,8 и 11,8%, для гранул сухого прессования – 7,0 и 5,5% и для брикетов – 2,38 и 1,55%.

Таким образом, по всем рассмотренным показателям брикетированные корма обладают бесспорным преимуществом по сравнению с гранулированными кормами сухого прессования и особенно тестообразными.

Число рабочих, занятых приготовлением брикетированных кормов, сократилось до трех по сравнению с 10–12, которые ранее готовили то же количество тестообразного корма.

Снизилась потеря корма при транспортировке и раздаче его рыбам. В 1970 г. затраты брикетированных кормов на единицу прироста рыбы составили 3,49 кг/кг против 4,0 кг/кг при применении тестообразных кормов в 1969 г., а рыбопродуктивность составила до 10,25 ц/га, в опытных прудах – до 19 ц/га.

Эффективность использования брикетированных кормов при кормлении рыб выше, чем гранулированных кормов сухого прессования, на 10–13%.

ПРИГОТОВЛЕНИЕ ГРАНУЛИРОВАННЫХ КОРМОВ

Исследованиями ряда научно-исследовательских организаций как отечественных, так и зарубежных были определены следующие основные требования к гранулированным комбикормам для рыб:

- 1) форма гранул – цилиндрическая или овальная;
- 2) размер гранул:
 - а) диаметр гранул $d = 2 \div 5$ мм;
 - б) длина гранулы $(1-3)d$;
- 3) время набухания гранул в воде – до 20 мин;
- 4) величина экстрагирования питательных веществ (по сырому протеину) – до 10%;
- 5) время до разрушения гранул в воде после набухания – 2,5–3 ч;
- 6) температура гранул при тепловой обработке и на выходе из гранулятора – не более 65°С;
- 7) цвет гранул должен соответствовать цвету смеси кормов или быть несколько темнее;
- 8) запах гранул – обычный для данного комбикорма в рассыпном виде или печеного хлеба;
- 9) влажность гранул для длительного хранения – не выше 14,5%.

Гранулированные корма по сравнению с тестообразными и рассыпными комбикормами имеют следующие преимущества [3]:

- а) меньше расход на единицу прироста рыбы;
- б) резкое сокращение потерь при транспортировках, от размывания и взмучивания, хорошее погружение на кормовые места;

- в) облегчение процессов витаминизации комбикормов и возможность включения в их состав гормональных и лечебных препаратов, различных стимуляторов роста, аминокислот, антибиотиков и других ценных добавок;
- г) значительное замедление процессов экстрагирования питательных веществ в воде;
- д) более полное сохранение питательной ценности при длительном хранении;
- е) создаются благоприятные условия для механизации процесса раздачи корма в пруды, погрузочно-разгрузочных и других работ.

Кроме того, использование гранулированных кормов для кормления рыбы снижает возможность загрязнения прудов остатками кормов и способствует сохранению необходимого гидрохимического состава воды, что важно в условиях посадки высокой плотности.

Сухое гранулирование

Приготовление кормов способом сухого прессования хорошо освоено как в нашей стране, так и за рубежом [12,13]. Технологическая схема сухого гранулирования комбикормов представлена на рис. 7.

Рассыпной комбикорм взвешивается на весах 1 и поступает в башню силосного типа 2. Затем комбикорм проходит через магнитные заграждения 3 для очистки от возможных металлических примесей, после чего поступает в надпрессовый бункер 4 и в пресс ДГ 5. Производительность пресса составляет 8–10 т/ч, мощность приводного электродвигателя 78,7 квт.

На выходе из пресса гранулы охлаждаются в колонке 6. Во время охлаждения потоком воздуха, засасываемого вентилятором через жалюзийные стенки охладителя ДГ-П, происходит снижение влажности гранул на 3–4%. После охлаждения гранулы поступают для просеивания на сепаратор 8. Из сепаратора гранулы направляются в зависимости от необходимости в склад для хранения при помощи транспортера 16 или в весобойный аппарат 18 транспортером 17.

При погрузке в вагоны транспортером 12 гранулы подаются через ковшовой элеватор 9, весы 10, бункер 11.

В прессе ДГ (рис. 8) рассыпной комбикорм питателем подается в смеситель, где происходит его увлажнение до 16–18%. В смесителе

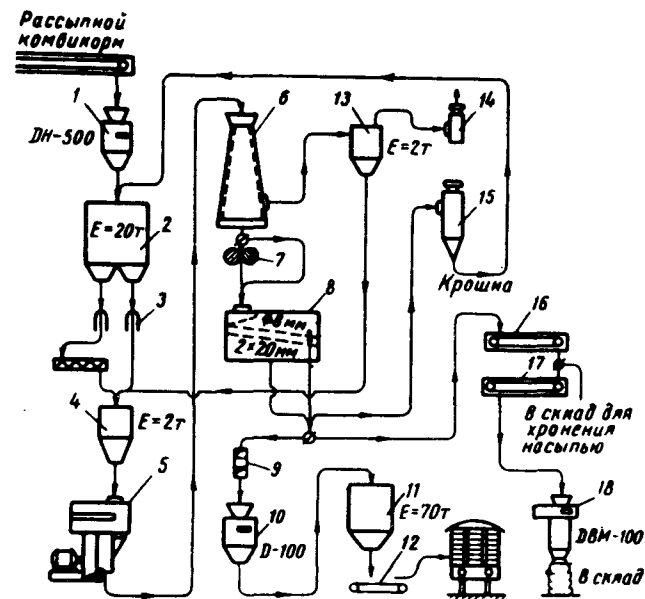


Рис. 7. Технологическая схема приготовления гранулированных комбикормов методом сухого прессования:

1—весы; 2—башни силосного типа; 3— магнитные заграждения; 4— надпрессовый бункер; 5— пресс ДГ; 6—охладительная колонка; 7—вальцы; 8— сепаратор; 9— ковшовой элеватор "Нория"; 10— весы; 11—бункер; 12—транспортер; 13— осадочная камера; 14—вентилятор; 15—камера; 16,17—транспортеры; 18—весобойный аппарат

комбикорм обрабатывается сухим паром с температурой 120–140° С. Расход пара 500–600 кг/ч. Увлажненный комбикорм поступает в прессующую камеру. После выхода из прессующей камеры влажность гранул составляет 13–17%, а температура 50–80°С. Основным элементом прессующей камеры является матрица и прессующий валок (рис. 9). В теле матрицы имеются отверстия, равные требуемому диаметру гранулы, через которые увлажненный комбикорм продавливается валком. С целью увеличения удельного давления, от которого зависит плотность гранул, поверхность валков выполняется рифле-

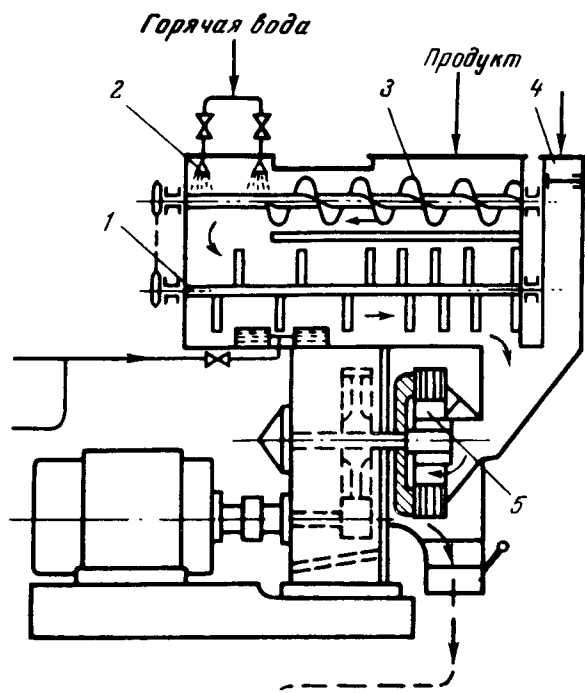


Рис. 8. Пресс-гранулятор ДГ:
1—смеситель; 2—форсунка; 3—питатель; 4—над-
прессовый бункер; 5—прессующая камера

ной. В зависимости от конструкции пресса и подаваемого материала в прессующую камеру матрицы бывают: вращающиеся с неподвижно укрепленными осями валов; расположенные в горизонтальной или вертикальной плоскостях с установкой прессующих валков как внутри матрицы, так и с наружной ее стороны.

Для прессования комбикормов применяются различные марки прессов [5,6,8,9,12,13,27]. Наиболее совершенны прессы, в которых практически отсутствует трение от проскальзывания материала и все приложенное усилие используется для прессования [9]. К ним относятся прессы ДПА, ДПБ, ДГ, Century фирмы Genry Symon и др. Прессы ДГ, Century имеют вертикальную кольцевую вращающуюся

матрицу, которая удобна в обслуживании, а также позволяет быстро заменить ее при необходимости приготовления гранул других диаметров.

При сухом гранулировании на комбикорм воздействует влага, тепло и давление, поэтому происходит частичная клейстеризация крахмала, что способствует увеличению твердости гранул. Температура гранул при прессовании достигает 75–90°C, что отрицательно сказывается на содержании в них витамина А.

Недостатком гранулированных комбикормов сухого прессования является также невысокая их водостойкость и быстрый распад в воде.

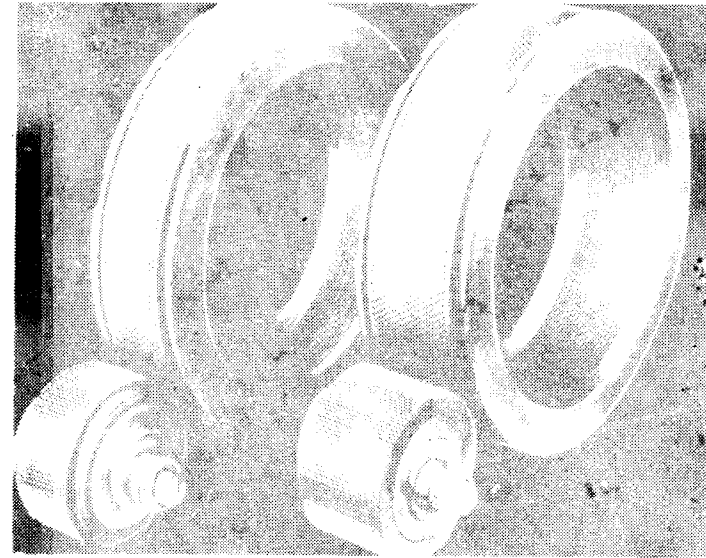


Рис. 9. Матрица с прессующим валком

Сухое гранулирование с введением связующих веществ

Для повышения прочности гранул применяются связующие вещества, которые должны удовлетворять следующим требованиям:

в процессе прессования они должны сохранять связующие свойства, повышать производительность пресса и предотвращать крошкообразование, обладать кормовой ценностью [1].

В Шведском лососевом институте была проведена работа по приготовлению полнорационных гранулированных кормов для молодых

лососей с введением в них 8% жиров, а для получения при этом прочных гранул применены связующие вещества.

В США в качестве связующих веществ применены бентонит и мягкий фосфат [53], которые способствовали повышению прочности гранул, уменьшению крошкообразования при прессовании на 5–17%.

В ФРГ были проведены исследования [49] по применению связующего вещества – торулы. Опыты показали, что введение 1,5% торулы увеличивает прочность гранул комбикорма в 1,25 раза, а при введении 3% – вдвое.

Исследовано также введение в комбикорм связующего вещества – тотанина, изготовленного норвежской фирмой Foles. Введение 1,5% тотанина увеличивает коэффициент прочности гранул на 1,15, а при введении 3% – на 1,88.

В Институте физиологии и кормления животных (ФРГ) изучали повышение прочности гранул при прессовании с добавлением связующего вещества PAC [54]. PAC – гигроскопическое вещество, состоящее в основном из продуктов разложения лигнина, связанных со щелочноземельными металлами.

В США из кукурузных стеблей и массы изготовлено новое вещество Plamo, которое добавляется в комбикорм в количестве до 5%, что значительно улучшает технологию гранулирования.

В качестве связующих веществ используются коллоидные глины, кормовые продукты крахмало-паточной и сахарной промышленности (меласса, гидрол и кукурузный экстракт), жиры, лигносульфонаты [1, 2, 4, 42, 51, 52].

В Англии в качестве связующих веществ в комбикорм добавляется бентонит, активизированный 1%-ным уклеислым Na [51].

Гранулирование комбикормов с мелассой в нашей стране успешно внедрено на Иркутском, Шилутском и Оренбургском комбикормовых заводах.

В 1966 г. Шилутский комбикормовый завод выработал 100 т гранулированных комбикормов для рыб с введением в их состав сухого молочного обрат и крахмала. Грануляции подвергались комбикорма следующей рецептуры, в %:

горох	25
мясо-костная мука	8
сухое молоко	2,5
ячмень	25
жмых льняной	15
шрот	22
крахмал	2,5

Стоимость одной тонны таких комбикормов составила 120 руб. без введения сухого молока и крахмала – 79, 19 руб.

Водостойкость гранул с сухим молоком (2,5%) и крахмалом (2,5%) составила 2 ч 40 мин. Время распада гранул, содержащих только 2,5% крахмала, составило 30 мин.

Всесоюзным научно-исследовательским институтом зерна (ВНИИЗ) разработана схема выработки гранулированных комбикормов с вводом в них в качестве связующего вещества побочного продукта при выработке глюкозы – соленого гидрола [24]. Содержащийся в нем сахар обуславливает хорошее сцепление ингредиентов комбикорма при гранулировании.

Гранулирование комбикормов с введением соленого гидрола производится с 1963 г. на Полтавском комбикормовом заводе [13], а с 1967 г. – в комбикормовом цехе Орловского мелькомбината [28].

Опыт работы этих предприятий показал, что соленый гидрол необходимо вводить в количестве 5–5,5%. При этом исключается подача поваренной соли, а требуемая температура комбикормов при гранулировании понижается с 70–80 до 60–64°C. Гранулы имели высокую прочность и устойчивость при хранении.

На Болшевском комбикормовом заводе установлено, что с добавлением соленого гидрола гранулы получаются прочными, с гладкой поверхностью. Потери витамина А при гранулировании минимальны и составляют 8%. Себестоимость продукции на 15% меньше по сравнению с затратами при сухом прессовании без связующих веществ.

На основании этих данных разработана и утверждена инструкция по технологии производства гранулированных комбикормов с гидролом.

На Шелковской птицефабрике ВНИИЗ были проведены опыты по гранулированию комбикормов с применением в качестве связующего вещества – смеси 50% мелассы и 50% кукурузного экстракта. Смесь вводилась в комбикорм в количестве 5–6%.

Во многих странах при производстве комбикормов в качестве связующих веществ применяются меласса, рыбный экстракт, кормовые жиры. Чаще всего при сухом гранулировании эти добавки вводятся после приготовления гранул в пресс-грануляторе.

На этом принципе в Швейцарии фирмой Bühler разработана установка для холодного мелассирования.

В Нидерландах фирма Schuurmans, Van L'neken производит оборудование для ввода в комбикорм холодной мелассы в количестве 5–12%.

Связующие кормовые вещества – лигносульфонаты применяются при сухом гранулировании как в Советском Союзе [1], так и за рубежом [37,39,40,51]. В ряде стран сульфитные щелоки в порошкообразном состоянии вырабатывают под названием – вафолин, тотанин и др.

Во ВНИИЗ в последние годы изучалась возможность применения в качестве связующего вещества сульфитно-спиртовой барды-побочного продукта при производстве этилового спирта и кормовых дрожжей [15,16].

В 1967 г. на Орловском мелькомбинате были проведены исследования [1] по гранулированию комбикормов с применением концентрата сульфитно-спиртовой барды, в которой содержалось 50% сухих веществ и до 12% сахара (табл. 1).

Таблица 1

Показатели	При гранулировании с введением 5% концентрата барды		При гранулировании без связующего вещества	
	после пресса	после охладителя	после пресса	после охладителя
Влажность, %	15,3	12,6	15,1	12,6
Объемный вес, г/см ³	585	600	570	582
Крошимость, %	–	1,58	–	3,68
Разбухаемость, мин	–	9	–	5

Сделаны следующие выводы:

- 1) при гранулировании концентрат барды необходимо вводить в количестве 1–3%;
- 2) введение концентрата дало возможность понизить температуру после смесителя на 25°С;
- 3) производительность пресса увеличилась;

4) крошимость гранул уменьшилась;

5) прочность гранул увеличилась;

6) поверхность гранул блестящая, гладкая. Их объемный вес увеличился.

Большое значение имеет повышение водостойкости гранулированных комбикормов для рыб.

В работе [41] отмечается, что очень хорошим связующим материалом, который увеличивает водостойкость гранул, является пшеница. Однако она дорогая, тем более что в состав комбикорма ее необходимо вводить более 50%.

В этой работе упоминается об использовании в качестве связующего материала крови, мелассы, казеина. Отмечается необходимость введения в комбикорм для рыб связующего материала в виде студенистой мелассы определенной влажности и температуры.

Доказывается возможность отработки процесса введения в гранулированные комбикорма желатиновой массы, используя существующее оборудование или при необходимости с незначительной его модернизацией. Ставится задача шире исследовать целесообразность покрытия гранул жиром, имеющим низкую температуру плавления.

В работе [37] отмечается, что в Румынии в качестве связующего материала было разработано и применено вещество под названием пилбонд.

На протяжении нескольких лет вопросом повышения водостойкости гранулированных комбикормов для рыб занимается Всесоюзный научно-исследовательский институт комбикормовой промышленности (ВНИИКП) [1,20]. С этой целью исследовались связующие вещества (декстрин, пептидный концентрат, сухая молочная сыворотка, соевый фосфатидный концентрат, меласса) и гидрофобизирующие вещества (парафин, клей, растительное масло, соевый фосфатидный концентрат и др.) для покрытия гранул пленкой.

Кроме того, исследовалось влияние на водостойкость гранул бентонитовых глин натриевой и кальциевой группы.

В последнее время Украинский филиал ВНИИКП совместно с Украинским НИИ прудового рыбного хозяйства (УкрНИИРХ) проводят исследования повышения водостойкости гранул по следующим направлениям:

- 1) введение в комбикорм при гранулировании технического пылевидного альбумина крови и отвара филофоры;

2) применение **тонко** измельченных ингредиентов комбикорма.

В результате проведенных работ установлено, что водостойкость гранулированных комбикормов повышается в зависимости от количества и степени помола ингредиентов технического альбумина (табл. 2).

Таблица 2

№№ пп.	Водостойкость гранул, мин		
	без введения альбумина	с введением альбумина (2%)	
		среднего помола	тонкого помола
1	7	14	60
2	7	26	63
3	7	21	70
4	7	21	—

При введении других связующих веществ **были получены** следующие значения водостойкости (табл. 3).

Таблица 3

Связующее вещество	Количество, %	Водостойкость, мин
Отвар филофоры	10 и более	60
Альбумин	3	30
Препарат ОТИ-1	3	10–12
Комплексамин	2	10–15
Альгинат натрия	0,5	20
Бентонитовая глина	3	25

Водостойкость гранулированных комбикормов определяли согласно методике МРТУ-83-61.

Прессование рассыпного комбикорма с тонко измельченными ингредиентами увеличивает водостойкость гранул, однако это связано с дополнительными энергозатратами на измельчение.

Покрытие гранул водозащитной пленкой

ВНИИПРХ были определены следующие основные требования к гранулам, покрытым водозащитной пленкой:

1) размер гранул не должен превышать первоначальный их размер более чем на 10%;

2) время набухания гранулы должно равняться времени разбухания гранулы без покрытия в воде, имеющей температуру 14–28° С (допускаемое отклонение не должно превышать при этом 10–15%);

3) при этой температуре воды гранулы должны сохранять в набухом состоянии свою форму не менее трех часов;

4) с целью уменьшения потерь питательной ценности корма температура при тепловой обработке гранул не должна превышать 65° С при ее длительности не более 10 мин (допускается повышение температуры теплоносителя до 140°С при длительности тепловой обработки не более 2 мин);

5) влажность гранул не должна превышать 14,5%;

6) удельный вес гранулированного комбикорма должен быть больше 1, т.е. гранула должна тонуть в воде;

7) крошимость при обработке, перевалках, транспортировке и хранении не должна превышать 1,5%;

8) водозащитное вещество не должно быть токсичным или препятствующим процессу переваривания корма в организме рыб;

9) запах готовой продукции не должен быть отталкивающим;

10) срок хранения комбикорма должен быть не менее 6 месяцев.

Во ВНИИПРХ был разработан способ производства комбинированных кормов для рыб [10] с применением в качестве связующего и пленкообразующего вещества – водного раствора поливинилового спирта (ПВС). Сущность этого способа заключается в том, что в кормовую смесь, гранулируемую методом сухого или влажного прессования, добавляется 2,5%-ный раствор ПВС. Кроме того, предлагается также опрыскивать раствором ПВС поверхность гранул при температуре 18–22°С с последующей сушкой при 60–65°С.

Львовским политехническим институтом (ЛПИ) было предложено ввести покрытие гранул комбикорма водным раствором ПВС при непрерывной транспортировке их во взвешенном шлое [34].

Технологическая схема покрытия гранул раствором ПВС схематически изображена на рис. 10.

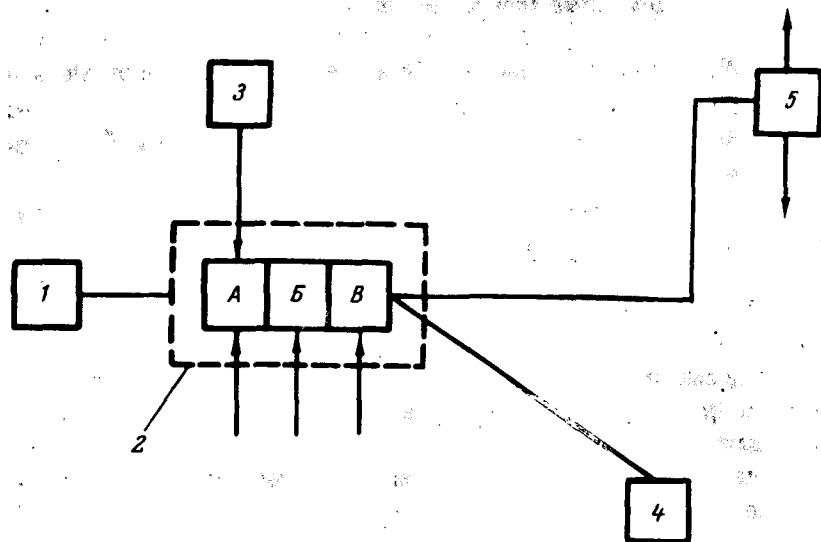


Рис. 10. Технологическая схема нанесения водозащитного покрытия на гранулы сухого прессования

Гранулы комбикорма подаются загрузочным устройством 1 в аппарат 2, где они проходят в виде поступательно-перемещающегося взвешенного слоя. Аппарат 2 состоит из трех зон — А, Б, В. В зону А через газораспределительную решетку подводят теплоноситель (воздух при температуре 15–25° С) со скоростью 1–1,5 м/сек. В зоне А происходит покрытие гранул раствором ПВС, подогретым до температуры 18–25°С, распылительными устройствами 3. Перемещаясь в зону сушки Б, гранулы попадают в потоки горячего воздуха при температуре 60–90°С. Скорость транспортировки гранул через зону Б рассчитана такой, чтобы на поверхности гранул успевала образоваться тонкая полимерная пленка. Далее гранулы охлаждаются холодным воздухом в зоне В. Охлаждение гранул происходит до температуры на 5–6°С выше температуры окружающей среды. Подпор гранул создается при помощи порога 4. Через него гранулы удаляются из аппарата. Отработанный воздух отсасывается циклоном 5, в котором осажается образовавшаяся в аппарате пыль.

Разработанный способ позволяет равномерно и качественно покрывать гранулы пленкой ПВС при непрерывной работе установки.

ЛМИ и ВНИИПРХ разработаны установка для покрытия гранул сухого прессования защитной пленкой путем погружения их в водный раствор ПВС [35] и способ покрытия гранул раствором с последующим опудриванием (рис. 11).

Гранулированный или зернистый материал из бункера 1 подается на сито виброролотка 2 с электромагнитом 3, где он очищается от пыли и мелких отходов. Отходы попадают в бункер 4. По виброролотку материал направляется в ванну 5 с раствором пленкообразователя, где он под собственным весом оседает на ленту транспортера 6 и подается в приемную часть 7 шахты. Длина и скорость движения ленты выбираются такими, чтобы материал после выхода из раствора имел пленку необходимой толщины. В шахте 7, 9, 11 материал свободно падает вниз.

Во время падения он попадает во встречный поток высокотемпературного сушильного агента, поступающего из нагнетающего трубопровода 10. Кроме того, при падении материал проходит зону высокой температуры, создаваемой инфракрасным излучателем 8. Сушильный агент обдувает каждую частицу, а высокотемпературная зона создает условия интенсивной предварительной сушки защитной пленки инфракрасным излучением, что гарантирует гранулы от слипания.

Величина высокотемпературной зоны и высота шахты для каждого материала определяются экспериментальным путем. Предварительно подсушенный материал попадает на газораспределительную решетку 22 для окончательной сушки пленки. Вибрация решетки, а также поток сушильного агента из трубопровода 16 через нагнетающие диффузоры 15 и 17 приводят материал в виброкипящее состояние. Высушенный материал поступает в зону охлаждения, которая создается при подаче охлаждающего агента через подводящий конус 18. Вытяжка отработанных агентов производится через отсасывающую систему 23.

Затем материал поступает в приемно-разгрузочное устройство 20 с секторным питателем 19 с предварительным отсеиванием мелочи в бункер 21.

Время пребывания гранул в растворе должно быть в пределах 1–3 сек. Скорость транспортера во избежание разбрызгивания раствора принята 50 мм/сек. Время нахождения гранул в растворе можно

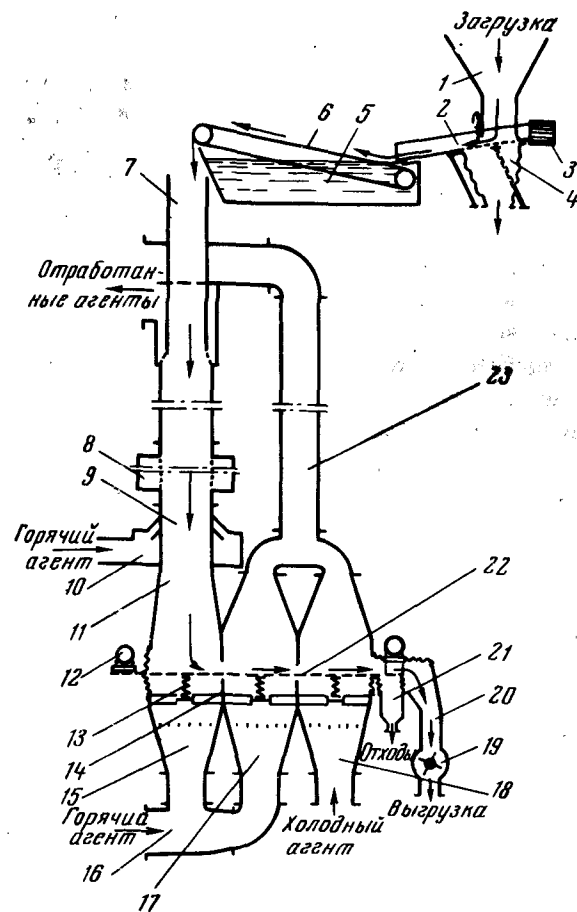


Рис. 11. Принципиальная схема установки для нанесения водозащитного покрытия:

1—загрузочный бункер; 2—виброток; 3—электромагнит; 4—эластичный бункер; 5—ванна; 6—транспортёр; 7—приемник шахты; 8—инфракрасный излучатель; 9—сушильная труба; 10—нагревающий трубопровод; 11—конус; 12—приводной вал; 13—пружины; 14—корпус сушилки; 16—трубопровод; 15,17—нагревающие диффузоры; 18—диффузор; 19—секторный питатель; 20—приемно-разгрузочное устройство; 21—бункер; 22—газораспределительная решетка; 23—отсасывающая система

тема

регулировать как изменением скорости транспортера, так и уровня жидкости в ванне. Сушка защитной пленки гранул, как видно из технологической схемы, происходит в два этапа — предварительная сушка в шахте и окончательная — на вибрирующей решетке. Установлено, что за время падения гранул из них удаляется до 50% влаги. Остальное количество влаги удаляется на решетке, для чего достаточно около 4 мин.

В настоящее время ВНИИПРХ и ЛПИ продолжают работы по изысканию наиболее целесообразного метода покрытия гранул защитной пленкой ПВС.

Наша промышленность (например, Ереванский завод "Поливинилацетат", Северо-Донецкий химический комбинат, Кусковский химический завод и др.) выпускает ПВС в достаточном количестве и может полностью удовлетворять годовую потребность комбикормовой промышленности (300—350 т) для выпуска требуемых 200 тыс. т гранулированных кормов.

ВНИИКП исследовал влияние на водостойкость гранул, покрытых защитной пленкой суспензии из натриевой формы бентонита и говяжьего жира [1,20]. Бентонит — неорганический тонкий порошок, не растворимый в воде, но способный образовывать с ней коллоидные суспензии. Применяют его с добавлением 1% карбоната Na.

Установлено повышение водостойкости гранулированных комбикормов при покрытии их гидрофобизирующими веществами.

Животные жиры имеют большую калорийность, чем зерновые корма, поэтому жир применяется в качестве калорийной добавки при гранулировании комбикормов, например, на Воронежском комбикормовом заводе, а также для покрытия гранул защитной пленкой.

В США внедрена установка для введения в готовые гранулы жира (10%) при температуре 43,3—54,5°C. Одновременно подается горячий воздух, способствующий полному поглощению жира гранулами.

В ФРГ внедрена установка DMWT, обеспечивающая равномерное опрыскивание жиром поверхности гранул [42].

В последнее время Украинский филиал ВНИИКП начал исследования по применению пленкообразующего вещества ГКЖ-94 и метилтрихлорфенилена.

В 1965 г. ВНИИЗ совместно с Институтом горючих ископаемых проведено исследование процесса влажного гранулирования на дисковом грануляторе на Жилевской обогатительной фабрике [1]. Исследования проводились на дисковом грануляторе диаметром 1500 мм, высотой борта 400 мм при углах наклона диска 30, 42, 45, 48 и 55°. Дисту сообщали различные числа оборотов — 16, 20 и 24 об/мин. В ходе этих исследований выяснено, что при влажности гранулируемого материала, равной 33%, большое количество продукта остается негранулированным, а при 45%—гранулы слипаются. Было найдено оптимальное увлажнение, равное 41–42%. При угле наклона диска 45° и его вращении при 20 об/мин производительность гранулятора равнялась 212 кг/ч.

Принцип действия тарельчатого гранулятора следующий [26]. Вследствие силы трения, возникающей от центробежной силы и веса материала, которые прижимают его к днищу и борту тарелки, частицы поднимаются тарелкой на некоторую высоту, а затем скатываются, вращаясь по поверхности слоя материала под углом естественного откоса. Материал во вращающемся грануляторе занимает объем подковообразной формы, по высоте равный высоте борта тарелки.

Материал подается на открытую часть днища, движущуюся вниз, и в месте поступления увлажняется водой. Чем больше степень готовности гранул-окатышей, чем они крупнее, тем меньше сила их трения о поверхность слоя и соответственно меньше угол естественного откоса, тем на меньшее расстояние относительно максимальной высоты материала они поднимаются и, следовательно, тем скорее пересылаются через борт тарелки. Таким образом, самые крупные гранулы циркулируют в нижней части тарелки гранулятора, самые же мелкие — по всей площади тарелки и многократно попадают под струи материала и воды, подаваемые в гранулятор. Это приводит к слоевому наращиванию гранул.

При заданной производительности можно увеличить количество материала, находящегося на тарелке, среднюю длительность грануляции, размер и прочность гранул, уменьшив наклон и увеличив высоту борта тарелки. Угол наклона тарелки принимается в пределах 35–55°, нижний предел которого равен углу естественного откоса

увлажненного негранулированного материала. При переходе нижнего предела материал образует "мертвую подушку", что полностью нарушает нормальный процесс грануляции. Переход за верхний предел резко сокращает используемую площадь тарелки. Чем больше наклон и ниже борт тарелки (для уменьшения размеров гранул), тем выше должна быть ее окружная скорость, чтобы по возможности сохранить прочность гранул. В среднем окружная скорость составляет около 1,6 м/сек и, следовательно, число оборотов тарелки должно уменьшиться с увеличением ее диаметра.

Преимуществами дискового гранулятора является возможность изменять размер (от 3 до 35 мм) и прочность гранул за счет изменения наклона, высоты борта и скорости вращения тарелки. Гранулятор прост и надежен в эксплуатации. К недостаткам его относятся:

- 1) необходимость постоянной подачи сырьевой массы;
- 2) необходимость тонкого помола сырьевой массы для получения более прочных гранул;
- 3) необходимость сушки гранул;
- 4) трудность сортировки гранул по размерам.

Исследованиями Н.И. Полуниной установлено повышение водостойкости гранул, изготовленных этим методом, за счет слоистости их структуры [1].

Опыты, проведенные ВНИИПРХ, показали, что гранулы, полученные методом наката, полностью не перевариваются в организме рыб. Это можно объяснить тем, что гранулы вырабатываются из пылевидных частиц, размер которых не превышает 300 мк.

Гранулирование комбикормов методом влажного прессования

Первые исследования по применению комбикормов влажного прессования в нашей стране были проведены В.К. Виноградовым, Л.В. Ерохиной, Р.И. Мухиной [7,21,22]. В литературе имеются также данные по применению для кормления рыбы комбикормов влажного прессования в Израиле [45], ФРГ [51,57], Австралии [41], Польше [56].

При влажном прессовании рассыпной комбикорм (перед прессованием) увлажняется водой до 30–35%.

Первые исследования технологии приготовления комбикормов влажного прессования были проведены ВНИИЗ в 1948 г. [23]. На ла-

бораторном гидравлическом прессе были получены гранулы влажностью 33–36%, которые требовали последующей сушки. В 1949 г. были получены гранулы влажного прессования на прессе МПД-I макаронной промышленности. На основании проведенных исследований ВНИИЗ был разработан проект и построен в 1955 г. на Саратовском комбикормовом заводе опытный цех влажного прессования гранулированных комбикормов на оборудовании комбикормовой промышленности.

Н.И. Полуниной [1,23,24,25] были исследованы основные вопросы технологии влажного прессования комбикормов в лабораторных условиях и полученные данные проверены в производственных условиях.

На основе результатов этих исследований и эксплуатации опытного цеха было установлено:

1) тесто гранулированного комбикорма при влажности 33–37% является упругим, эластичным и хорошо поддается грануляции;

2) способ влажного прессования может быть рекомендован для изготовления комбикормов с большей механической прочностью и малой разбухаемостью в воде;

3) промышленная эксплуатация цеха для выработки этих комбикормов нецелесообразна из-за малой производительности и неудовлетворительной работы макаронного пресса МПД-II.

На основании рекомендаций ВНИИЗ и опыта работы Саратовского комбикормового завода Гидрорыбпроект в 1958 г. был разработан типовой проект механизированного цеха производительностью 0,3 т/ч комбикормов влажного прессования [9].

Для гранулирования комбикормов был предусмотрен пресс макаронной промышленности ГМП-1А.

Цех был построен в 1965 г. в рыбхозе "Якоть" Московской области. Для гранулирования комбикормов вместо пресса ГМП-1А, выпуск которого был прекращен, был установлен пресс макаронной промышленности типа ЛПЛ-1М. Для сушки гранул предусмотрена сушилка марки ВИС-2. Была проведена опытная эксплуатация цеха с исследованием качества получаемых гранул и эффективности скармливания их рыбам.

В результате исследований было установлено, что качество гранул влажного прессования было лучше по сравнению с гранулами сухого прессования, однако водостойкость их была небольшой и составляла 30–40 мин.

В 1964 г. Гидрорыбпроект была разработана другая технологическая схема приготовления комбикормов влажного прессования [9]. Для гранулирования была предложена реакторно-смесительная установка непрерывного действия типа СНГ, разработанная Украинским научно-исследовательским институтом химического машиностроения (УкрНИИХИММАШ).

Технологический процесс установки заключался в следующем:

1) отдельные готовые компоненты сырья подавались автотранспортом и затем поступали по общей линии транспортирования и дозирования (приемный бункер, ленточный питатель, вертикальный элеватор и т.д.) в смеситель-гранулятор;

2) в смесителе-грануляторе комбикорм увлажнялся и интенсивно перемешивался с одновременным измельчением (перетиранием) частиц;

3) после смесителя-гранулятора был предусмотрен ленточный конвейер для подсушивания гранулированного комбикорма;

4) подсушенные гранулы без предварительного охлаждения поступали в бункер-накопитель и далее на упаковку.

В Уральском научно-исследовательском институте сельского хозяйства с 1964 г. работает опытный цех по производству гранулированных комбикормов влажного прессования [14, 33]. В качестве пресса-гранулятора используется шнековый пресс марки "Колхозник", в конструкцию которого внесены следующие изменения:

а) в конце вала шнека установлен шестилопастный нож;

б) вплотную к режущей полосе ножа установлена матрица с диаметром отверстий от 4 до 10 мм;

в) плоскоременная передача привода заменена клиноременной.

Диаметр получаемых гранул 6–8 мм, длина их 10–50 мм. Сушка гранул производится в сушилке ПКС-20.

В США были проведены работы [43] по получению гранулированных комбикормов влажного прессования на экструдере (рис. 12) из кортлендской смеси № 6, в состав которой входили сухое молоко, рыбная мука, жмых из хлопковых семян, пшеничная крупка, соль и сырое свежее мясо.

Такая смесь в количестве 45,6 кг перемешивалась в экструдере с 12,0 л воды и продавливалась прессующим органом через фильеру.

Такая смесь в количестве 45,6 кг перемешивалась в экструдере с 12,0 л воды и продавливалась прессующим органом через фильеру.

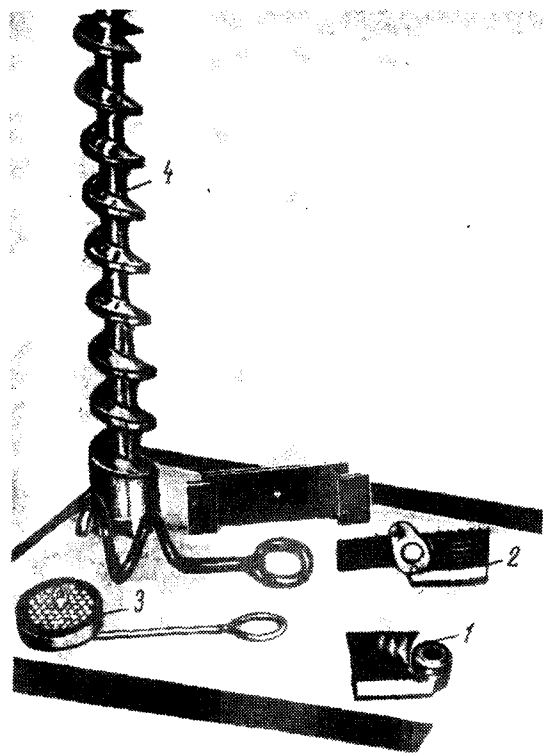


Рис. 12. Экструдер для влажного прессования кортлендской смеси:
1—держатель; 2—держатель и нож с двойной режущей кромкой; 3—фильтра; 4—прессовый шнек

Полученные влажные гранулы сушке не подвергались и хранились до скармливания их рыбам при температуре 3°C.

В ПНР [56] были проведены исследования по добавлению связующих веществ в исходную смесь для производства влажных гранул.

Опыты проводились в полупроизводственных условиях. Гранулирование осуществлялось на макаронном прессе.

Так как исходная смесь состояла из компонентов (зерновые продукты, жмыхи, зеленая растительность, трава, мясо, кормовые дрож-

жи, витамины, микроэлементы и соли) с меньшим содержанием клейковины, чем в муке для производства макарон, то при гранулировании в качестве связующих веществ вводили кровь, мелассу, клейковину, кормовой протеин, казеин, силорыб (рыба и рыбные отходы, обработанные соляной, серной и муравьиной кислотой), рыбу, желатину и костный клей.

Полученные гранулированные корма проверяли на сжатие, разбухание и размывание при температуре воды 18°C. Результаты опытов показали, что гранулы находились в воде в течение 6 ч. Рыбопродуктивность составила 500–900 кг/га. Из-за низкого качества исходного материала кормовой коэффициент был высоким и составлял 5,02. Намечено проведение опытов в производственных условиях, а также определение экономической эффективности применения гранулированных кормов влажного прессования для выращивания товарного карпа.

В 1959 г. начаты исследования в Орегонском университете (США) [57, 59] по применению влажных гранул, которые перед скармливанием для увеличения прочности немного замораживают. За десять лет было проведено более 200 испытаний по применению гранул, в состав которых было введено более 50 ценных питательных веществ.

В статье [59] приведены результаты этих испытаний, которые показали, что орегонские гранулы наиболее эффективны для кормления различных видов лососей, включая чавычу, кижуча, стальноголового лосося. Кормовые затраты при этом снижаются на 34%, уменьшаются затраты труда, уменьшаются потери корма при кормлении и на экстрагирование питательных веществ.

Рыбы, которые с трудом привыкают к комбинированным кормам, орегонские гранулы принимают хорошо.

К недостаткам орегонских гранул относится то, что их необходимо замораживать перед кормлением и они трудно поддаются измельчению при использовании их для кормления молоди.

В настоящее время фирмы должны ежегодно поставлять заказчикам более 500 т орегонских гранул минимальным диаметром 1,15 мм.

Производственные результаты кормления этими гранулами показали, что средний кормовой коэффициент из расчета скормленных 1520 т гранул равен 2.

В 1963 г. потребность в оregonских гранулах составляла около 1,5 млн. т.

Проведенные работы показали необходимость продолжения исследований по усовершенствованию состава гранул, определению оптимального количества и частоты раздачи их при различных температурах воды. Важным является вопрос получения гранул небольших размеров, которыми можно было бы кормить рыбу весом не менее 0,5 г.

В 1967 г. были проведены испытания [57] по кормлению оregonскими гранулами посадочного материала большеротого окуня.

Рыба, находящаяся в бетонных выростных садках, очень хорошо поела их. Увеличение навески рыбы в течение 97 дней составило 658%, а кормовой коэффициент — 1,65.

В последнее время Институт технической теплофизики АН УССР начал проводить работы по изысканию рационального способа производства водостойких комбикормов. Разработанный институтом опытный образец агрегата для производства гранул способом влажного прессования представляет собой закрытый желоб, разделенный на две половины: первая половина служит камерой, где комбикорма подвергаются перемешиванию и направляются перемешивающими лопатками во вторую половину желоба — камеру прессования. Прессование комбикорма производится шнеком, который продавливает увлажненный комбикорм (влажность 37–40%) через стальную фильеру.

Полученные гранулы имеют шероховатую поверхность. Агрегат укомплектован механизмом, который срезает гранулы по длине 25–30 мм. Фильера сменная, т.е. на этом агрегате можно вырабатывать гранулы различных диаметров.

Из-за отсутствия сушилки гранулы сушились в естественных условиях. В настоящее время этот институт разработал техническую документацию на сушилку ленточного типа. Сушка должна производиться конвективным способом при температуре теплоносителя 105–130°C. Путь прохождения гранул — 2500 мм за 10–12 мин.

Анализ проведенных работ позволяет сделать заключение, что такой режим сушки осуществить трудно, так как сохранность питательных веществ при такой температуре не гарантируется.

За период 1967–1968 гг. на этом агрегате было выработано несколько десятков килограммов гранул, поэтому были проведены только лабораторные исследования их на водостойкость.

Опыты были проведены с гранулами Института технической теплофизики (условно "гранулы № 1"), которые были приготовлены в июле 1968 г. в виде нитей длиной 300–400 мм и диаметром 5 мм. Для сравнения использовались гранулы (условно "гранулы № 2"), изготовленные методом влажного прессования на опытной установке ВНИИПРХ. Помещенные в воду гранулы одинакового размера по длине и по диаметру показали различную водостойкость: гранулы № 1 — 70 мин, гранулы № 2 — 160 мин. Гранула № 1 распадалась на глубину 1,2 мм со всех сторон, а сердцевина гранулы по своим механическим свойствам на изгиб не уступала свежей грануле. Гранула № 2 после 70 мин выдержки в воде только набухла и при легком сжатии пальцами сминалась.

Проведенные Институтом технической теплофизики работы представляют определенный интерес для прудового хозяйства и поэтому необходимо разработать опытный образец линии приготовления гранулированных кормов способом влажного прессования.

В работе [46] имеется описание опытной установки модели CZ тип 3 (США) для гранулирования комбикормов (рис. 13), которая позволяет получить гранулы различной влажности. Установка работает непрерывно и может вырабатывать гранулы диаметрами от 0,1 до 12,7 мм. Это достигается установкой матриц с отверстиями различного диаметра. Установка выпускается серийно, она компактна и удобна в обслуживании.

Рыбохозяйственная исследовательская станция Дор (Израиль) [46] использует для влажного гранулирования так называемый "Юниорный комбикормовый пресс" компании Листер (Англия). Производительность пресса 100–200 кг/ч. Потребляемая мощность 5–10 квт/ч и зависит от размера гранул и плотности обрабатываемого сырья.

На прессе вырабатываются гранулы в основном диаметром 4,8–5,6 мм.

ВНИИПРХ совместно с УкрНИИХИММАШ и ЛПИ было разработано, подобрано и испытано оборудование экспериментальной линии по выработке комбикормов влажного прессования производительностью 0,5 т/ч [2,30,31] (рис. 14), которая была смонтирована во ВНИИПРХ и введена в опытную эксплуатацию в 1967 г.

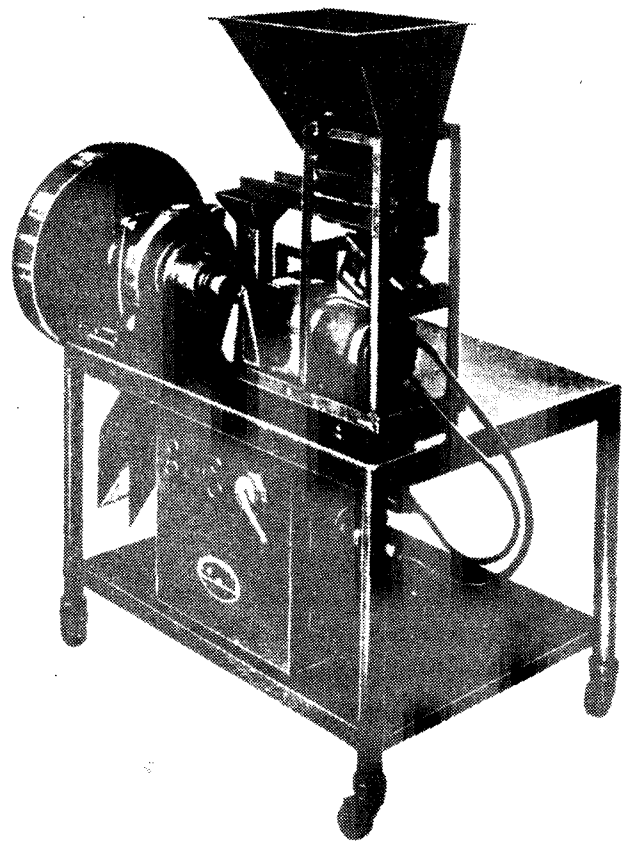


Рис. 13. Калифорнийская опытная установка модели CZ тип 3

На ней было приготовлено около 300 т гранулированных комбикормов различной рецептуры и повышенной водостойкости. Общий вид гранул представлен на рис 15.

Управление всеми агрегатами линии осуществляется с двух пультов. Обслуживается линия тремя операторами.

На экспериментальной линии можно готовить опытные партии гранул как из рассыпного комбикорма, поставляемого предприятиями комбикормовой промышленности, так и по различным рецептам (см. приложение).

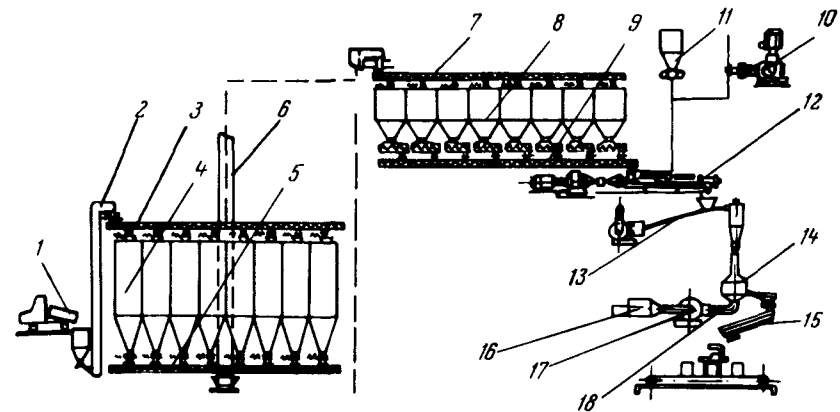


Рис. 14. Принципиальная технологическая схема экспериментальной линии для выработки гранулированных комбикормов влажного прессования:

1—приемный бункер; 2—ковшовый элеватор; 3,9—винтовой транспортер; 4—бункер производственного запаса; 5—винтовой транспортер; 6—ковшовый элеватор, 7—винтовой транспортер; 8—бункер с ворошителями; 10— жидкостный насос-дозатор НД-1/100; 11—дозатор микродобавок; 12—реакторно-смесительная установка; 13— пневмотранспортная установка; 14—сушильный аппарат; 15—виброохлаждающий стол; 16—калорифер, 17—вентилятор; 18—пневмопровод

При приготовлении гранул из готовых рассыпных комбикормов (см. рис. 14) последние разгружаются из машины в приемный бункер 1 и ковшовым элеватором 2 транспортируются к загрузочному окну винтового транспортера 3, которым комбикормовая смесь перемещается и загружается в тот бункер производственного запаса 4, у которого открыт шитовой затвор. После заполнения бункера шитовой затвор над ним закрывается, и комбикормовая смесь транспортируется к другому бункеру. Таким образом производится заполнение бункеров.

При приготовлении гранулированного комбикорма из отдельных компонентов последние поочередно загружаются в приемный бункер

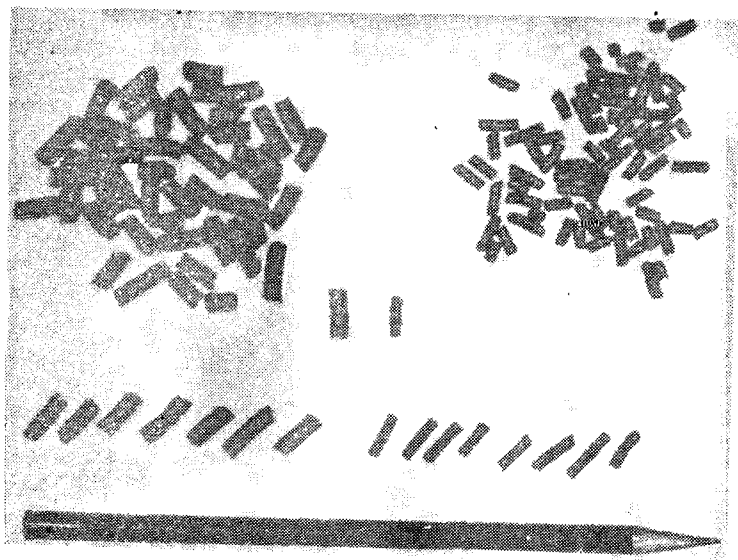


Рис. 15. Гранулы комбикорма влажного прессования

и транспортируются в предназначенный для данного компонента бункер производственного запаса.

Сырье из бункера через открытый щитовой затвор непрерывно поступает в загрузочное окно винтового транспортера 5, который перемещает его к загрузочному патрубку ковшового элеватора 6. Ковшовым элеватором сырье подается в загрузочное окно винтового транспортера 7 через магнитную ловушку, где оно очищается от ферромагнитных примесей и поступает в тот бункер 8 с ворошителями, щитовой затвор которого в данный момент открыт. После заполнения бункера с ворошителями данным компонентом его щитовой затвор и затвор бункера производственного запаса закрываются, а затворы другой соответствующей пары бункеров открываются. Таким образом производится заполнение всех восьми бункеров с ворошителями. В процессе приготовления комбикормов эти бункеры подпитываются аналогичным образом.

Распределение различных компонентов по бункерам с ворошителями производится в зависимости от их процентного содержания в рецепте данной кормовой смеси. Чем ближе бункер расположен к реакторно-смесительной установке 12, тем меньший процент в кормовой

смеси составляет компонент, загружаемый в него. Это обеспечивает хорошее перемешивание кормовой смеси винтовым транспортером 9 до реакторно-смесительной установки.

Пуск экспериментальной линии в работу производится следующим образом. По окончании заполнения бункеров компонентами кормовой смеси производится включение привода реакторно-смесительной установки. При включении привода сначала включается ее масляная система и через 15–30 сек – привод установки. После этого включается привод ворошителей соответствующих бункеров и затем привод винтового транспортера. После этого включается пара дозаторов бункеров, наиболее удаленно расположенных от смесительной установки. Компоненты поступают в винтовой транспортер, который, перемещая их, перемещает к следующей паре загрузочных окон. В это время включается следующая пара дозаторов и т.д. Перемешанная кормовая смесь поступает в загрузочную горловину смесительной установки, куда поступает вода или раствор микродобавок из дозатора 11. При смешивании кормовой смеси с водой происходит растворение белковых веществ и образование клейковины, которая является связующим веществом, обеспечивающим гранулам высокую механическую прочность и водостойкость. Дозирование воды или раствора микродобавок производится из расчета получения гранул с влажностью не более 30%. Такое количество влаги обеспечивает получение гранул с наименьшими энергозатратами при гранулировании и сушке. Кроме того, гранулы с такой влажностью не слипаются при пневмотранспортировке.

В реакторно-смесительной установке происходит измельчение частиц корма до более мелких фракций и смешивание их, в результате получается однородное по составу "тесто". "Тесто" поступает в гранулирующую головку, где трехгранными кулачковыми насадками выпрессовывается через формующие отверстия матрицы. В процессе прессования за счет сил трения образуется большое количество тепла. Для предотвращения порчи питательных веществ кормовой смеси (протеинов) в охлаждающую рубашку корпуса и гранулирующей головки подается холодная вода. Это позволяет вести процесс прессования при температуре 60–65°C. При прессовании из формующих отверстий

матрицы "тесто" выпрессовывается в виде цилиндрических нитей. Ножи резательного аппарата разрезают их на части равной длины, которые ссыпаются в приемный бункер пневмотранспортной установки 13 и транспортируются в приемный бункер питателя сушильного аппарата 14. Во время пневмотранспортирования гранулы обдуваются холодным воздухом и влажность снижается до 25–27%. Из приемного бункера-питателя через шлюзовый затвор гранулы попадают на виброрешетку сушильного аппарата, которая колеблется с частотой 16 *гц* и амплитудой колебания до 5 *мм*. При этом через решетку продувается сушильный агент с температурой от 120 до 140°С при скорости потока 2,5–2,7 *м/сек*. Сушильный агент вырабатывается калорифером 16 и нагнетается в сушилку вентилятором 17 по пневмопроводу 18. В этих условиях гранулы переходят в виброкипящее состояние. Сушильный агент обдувает каждую гранулу и при движении от места загрузки к месту выгрузки гранулы полностью высушиваются. Время сушки гранул составляет 90–120 *сек*. За это время происходит испарение влаги с поверхностного слоя гранул и прогрев каждой гранулы на всю глубину. Подсушенные и прогретые гранулы через разгрузочное устройство попадают на перфорированную решетку виброохлаждающего стола 15. Под действием колебательных движений решетки и холодного воздушного потока гранулы также переходят в виброкипящее состояние и перемещаются к разгрузочному окну, где, попадая на лоток, ссыпаются в установленную под лотком тару. Высушенные и охлажденные гранулы затариваются в мешки, а затем отправляются на хранение или отгрузку. После охлаждения гранул их влажность снижается до 12–14%, что соответствует требованиям МРТУ-83-61 и обеспечивает длительное хранение их в складских помещениях.

Приготовление гранул производилось по рецептам рыбных кормов Минрыбхоза СССР, а также по рецептам, разработанным ВНИИПРХ. Корма изготавливались по 9 рецептам: для карповых рыб весом каждой от 30 до 1000 *г*, для товарных двухлетков и трехлетков карпа, для сеголетков ремонтного молодняка и производителей карпа (см. приложение).

На экспериментальной линии были приготовлены также комбикорма с введением лечебных препаратов. По заданию Всесоюзного ин-

ститута гельминтологии им. академика К.И. Скрябина (ВИГИС) лаборатория механизации ВНИИПРХ приготовила гранулированные корма с введением лечебного препарата – 1% фенасала.

Лечебный гранулированный комбикорм с содержанием 1% фенасала испытывали на сеголетках карпа, естественно инвазированных боттриоцефалезом и кавиями в двух возрастных прудах на 1100 тыс. рыб-рыбхоза "Локня" Курской области, в прудах рыбхоза "Куболта" Молдавской ССР и в двух прудах на 44 тыс. рыб. Во всех опытах дегельминтизации сеголетков получена стопроцентная эффективность как по боттриоцефалезу, так и по кавиозу карпов.

С каждым введением изменений в технологическую схему и технологию приготовления гранулированного корма обязательно проводились сравнительные проверки кормов. В качестве контрольных использовались тестообразные и гранулированные корма, приготовленные способом сухого прессования и поставляемые предприятиями комбикормовой промышленности. При всех проводимых проверках было установлено преимущество гранулированных кормов, приготовленных лабораторией. Некоторые данные о результатах сравнительных проверок приведены в табл. 4.

Как видно из табл. 4, гранулированные корма, ... приготовленные способом влажного прессования, отличаются большей эффективностью. Если учесть, что высокая механическая прочность, способность к длительному хранению без заметных потерь питательных свойств снижают затраты и потери корма, то становится очевидной прогрессивность способа и средств приготовления гранулированных кормов на экспериментальной линии.

Для проверки механической прочности [4] гранулированных кормов, приготовленных способом влажного прессования, в 1969 г. была проведена сравнительная проверка на крошимость гранул в условиях автотранспортной перевозки.

Партии гранулированного корма влажного и сухого прессования, предварительно отсеянные от пыли и крошки, были погружены на автомашину в затаренном виде.

Таблица 4

Показатели	Способы приготовления корма			
	тесто (контроль)	гранулы сухого прессова- вания	гранулы сухого прессова- ния с бен- тонитовой глиной	гранулы влажного прессова- ния
Площадь прудов, м ²	1165	1482	1223	1135
Посажено рыб, шт.	321	401	336	314
Вес прироста рыбы, кг	78,52	100,90	78,74	88,08
Средняя рыбопродуктив- ность, кг/га	6,77	6,82	6,34	7,77
В процентах к контролю	—	100,8	97,3	114,8
Расход корма, кг	247,15	318,90	255,30	218,60
Затраты корма, кг/кг	3,14	3,16	3,33	2,48
В процентах к контролю	—	100,7	106,7	79,0

Автомашина совершила рейс из пос. Рыбное Московской области в г. Астрахань. По прибытии в г. Астрахань от обеих партий кормов была отделена крошка и пыль, образовавшаяся в процессе транспортировки. Крошимость гранул влажного прессования составила около 1%, в то время как крошимость гранул сухого прессования достигла 19%.

Все приготовленные на экспериментальной линии корма подвергались сравнительным испытаниям для определения их качества и соответствия техническим условиям.

Еще в 1968 г. были приготовлены гранулированные рыбные корма в количестве 20 т и переданы лабораториям кормления и физиологии рыб ВНИИПРХ для проверки в производственных условиях и проведения научно-исследовательских работ. Результаты проверки были положительными. Гранулы полностью отвечают требованиям

прудового рыбоводства и могут быть рекомендованы промышленности.

Установлено, что:

1) экспериментальная линия обеспечивает приготовление качественных гранулированных рыбных кормов по любой рецептуре, с любым количеством компонентов и добавок по процентному содержанию;

2) влажность гранул отвечает требованиям МРТУ-83-61 и не превышает 12–13%;

3) форма гранул цилиндрическая, поверхность чистая (напоминает шлифованную); диаметр их составляет от 0,5 до 5 мм при соотношении диаметра к длине 1:1,5;

4) нагрев исходных компонентов и готовой продукции не превышает 65°C, что обеспечивает сохранность в кормах всех питательных веществ;

5) гранулы хорошо набухают, сохраняются и не распадаются в воде более трех часов;

6) экстрагирование питательных веществ не наблюдалось в течение двух часов;

7) корма, приготовленные способом влажного прессования, обеспечивают экономию корма по сравнению с рассыпным на 24%, а против сухого прессования — на 18%.

На основании проведенных исследований процесса влажного прессования на экспериментальной линии ВНИИПРХ [30] и процесса сушки комбикормов [17,18] была разработана автоматическая линия для промышленного производства гранулированных комбикормов для рыб, которая может быть построена и эксплуатироваться как в системе предприятия комбикормовой промышленности, так и в прудовом хозяйстве.

Гранулы могут изготавливаться по любой заявленной рецептуре. Для работы линии должен подаваться рассыпной комбикорм, подготовленный к гранулированию.

Производительность линии — 2,5 т/ч.

Рассыпной комбикорм, изготовленный по соответствующим рецептам на комбикормовом заводе (рис. 16), загружается в бункер 1,

оттуда пневмотранспортирующим устройством 2 подается в башню силосного типа 3. Через загрузочный шнек 4 и автоматические весы 5 пневмоподъемником 6 рассыпной комбикорм направляется на просеивающую машину 12, где очищается от крупных посторонних предметов. После просеивающей машины рассыпной комбикорм очищается на магнитных заграждениях 11 от металлических примесей и поступает в буферную емкость 10.

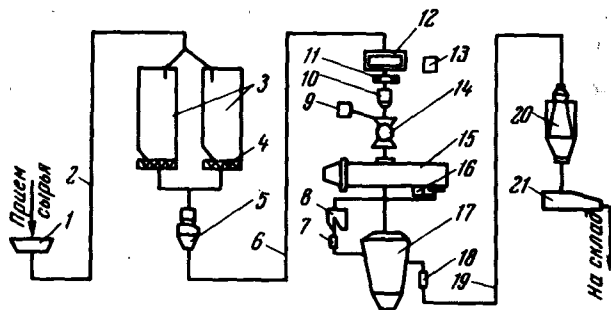


Рис. 16. Схема автоматической линии промышленного производства гранулированных комбикормов влажного прессования

Сигнализаторы уровня, смонтированные в буферную емкость, позволяют следить за наличием рассыпного комбикорма, необходимого для стабильной работы линии. Из бункера рассыпной комбикорм поступает в автоматический увлажнительный аппарат 14, который увлажняет смесь до 25–30%. Далее комбикорм, при необходимости предварительно обогащенный, поступает в реактор-смеситель непрерывного действия 15.

Ввод обогатителей, специальных лечебных и других препаратов (витаминов, микроэлементов, аминокислот и других препаратов) производится специальным оборудованием по схеме сухого 13 или влажного 9 дозирования. Обогачительные вещества, приготовленные методом сухого дозирования, поступают в буферную емкость и далее в реактор-смеситель через дозатор.

По схеме влажного дозирования лечебные препараты, например 1% фенасала, и другие обогатители вводятся в реактор-смеситель через автоматический увлажнительный аппарат вместе с водой. Это способствует равномерному распределению лечебных препаратов и обогатителей в гранулах и, следовательно, более эффективному усвоению их рыбой.

В реакторе-смесителе непрерывно поступающий увлажненный рассыпной комбикорм тщательно перемешивается и под действием давления 120–200 *ати*, создаваемого двумя винтовыми шнеками, уплотняется и выпрессовывается кулачками через отверстия фильтры в виде цилиндрических нитей. Резательный аппарат 16, находящийся в выходной гранулирующей головке реактора-смесителя, режет нити на гранулы необходимой длины. Диаметр гранул задается подбором фильтрных рамок с отверстиями необходимого диаметра, а длина гранул регулируется изменением скорости хода механизма среза.

Оптимальный технологический режим работы пресса обеспечивается при увлажнении продукта от 30 до 35%. Увлажнение в указанных пределах и высокое давление способствуют частичной клейстеризации крахмала и некоторому изменению состояния белковых веществ на поверхности гранул, что вместе с последующей сушкой создает их повышенную водостойкость и прочность.

После реактора-смесителя гранулы обдуваются и охлаждаются в аспирационной колонке 8 и через клапанный питатель 7 направляются в сушилку 17, где они нагреваются до температуры не более 65°C и подсушиваются в виброкипящем слое. Температура сушильного агента регулируется автоматически.

Из сушилки через клапанный затвор 18 гранулы подаются в вертикальную пневмотранспортную трубу 19, где они охлаждаются и отдают часть влаги. Окончательное охлаждение происходит в охладительной колонке 20. Ступенчатый температурный режим-нагрев в реакторе-смесителе вследствие его работы при больших давлениях, охлаждение в пневмотрубе и охладительной колонке — способствует более интенсивной отдаче влаги и эффективному высушиванию гранул.

После просеивания в машине 21 гранулы направляются в складские помещения.

Защита линии от завалов продуктом и возможных поломок оборудования обеспечивается блокировкой электродвигателей.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОРМЛЕНИЯ РЫБЫ РАЗЛИЧНЫМИ КОРМАМИ

Лабораторией кормления рыб ВНИИПРХ были проведены исследования по проверке в опытных прудах эффективности комбикормов, приготовленных различными способами. Нормирование количества питательных веществ в рационе проводили по приросту рыбы и поедаемости корма. На всех прудах давалось равное количества корма по воздушносухому веществу на каждую выращиваемую рыбу.

Результаты испытаний комбикормов при выращивании двухлетков карпа (по данным А.П. Сиверцова), полученные в 1969 г., приведены в табл. 5.

Таблица 5

Показатели	Способы приготовления комбикорма			
	тесто (контроль)	гранулы сухого прессования	гранулы с бентонитом	гранулы влажного прессования
Плотность посадки, шт./0,1 га	2500	2500	2500	2500
Средний вес осенью, г	323	334	311	352
Средняя рыбопродуктивность, ц/0,1 га	4,37	4,56	4,12	5,27
В процентах к контролю	—	104,3	94,3	120,6
Общий расход корма, кг	205	264	212	177
Затраты корма, кг/кг	4,03	3,93	4,27	3,00
В процентах к контролю	—	97,5	106,0	74,4

Как видно из анализа опытных данных, наименьшие затраты корма имеют место при применении гранул влажного прессования (кормовой коэффициент равен 3). Увеличение рыбопродуктивности, по сравнению с рыбопродуктивностью при кормлении контрольным кормом, при этом достигло наибольшего значения при наименьших общих затратах корма. Общий расход корма составил: при кормлении тестообразным комбикормом — 205 кг, гранулированным комбикормом сухого прессования — 264 кг, гранулами с бентонитом — 212 кг и гранулированным комбикормом влажного прессования — 177 кг.

На рис. 17, 18 приведены сравнительные данные затрат корма на единицу прироста рыбы и рыбопродуктивности в зависимости от применения кормов, приготовленных различными способами. Из сравнительных данных видно, что при использовании гранул влажного прессования имеет место наименьший расход корма на единицу прироста рыбы (75%) при наибольшей рыбопродуктивности, которая равна 136%.

Анализ результатов применения комбикормов, приготовленных различными способами, позволяет сделать ряд выводов.

1. Гранулированные комбикорма влажного прессования наиболее полно отвечают требованиям, предъявляемым к кормам для рыб. Основные показатели (водостойкость, прирост массы рыбы, фактическое потребление корма и экономия) гранулированных кормов влажного прессования значительно выше, а кормовой коэффициент и все виды потерь ниже, чем у кормов, приготовленных другими способами.

Их водостойкость составляет 2,5–3 ч. Время набухания в спокойной воде при температуре 20°С равно 15–17 мин. Затраты корма на единицу прироста рыбы меньше на 22%, крошимость — на 18% по сравнению с комбикормами сухого прессования.

Кормовые затраты на единицу выращенной рыбы снижаются на 24–26% по сравнению с тестообразными кормами. на 6–8% — по сравнению с брикетированными и на 18–20% — по сравнению с гранулированными кормами сухого прессования.

2. Для промышленного производства комбикормов влажного прессования и гранул, покрытых защитной пленкой, нет отработанной технологии. Работы находятся в стадии исследований.

3. Изготовление гранулированного комбикорма методом наката сложно по технологии. При этом нет отработанной конструкции су-

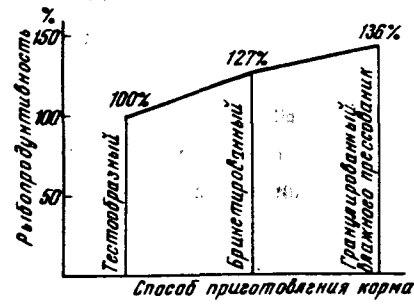
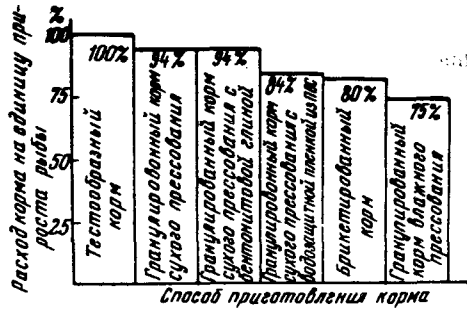


Рис. 17. Сравнительные данные затрат корма на единицу прироста рыбы

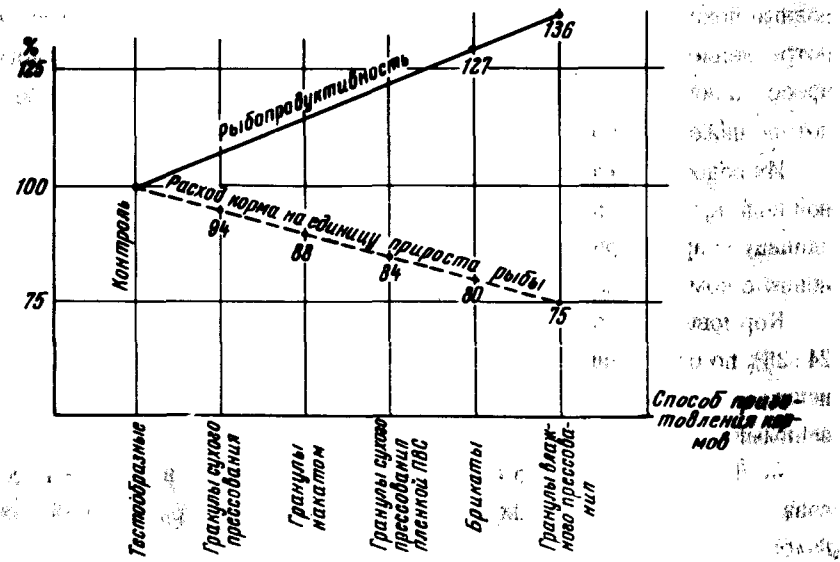


Рис. 18. Сравнительные данные затрат корма на единицу прироста рыбы и рыбопродуктивности кормов, приготовленных различными способами

шлики. В барабанных сушилках не происходит равномерного высушивания гранул с различным диаметром. Усвоение этих гранул рыбой затруднительно из-за слоистости их структуры и большой плотности.

4. Гранулированный сухим прессованием комбикорм дает при его применении незначительный эффект.

5. Строительство в небольших рыбхозах цехов по выработке брикетированных кормов целесообразно из-за дешевизны и простоты их эксплуатации, а также из-за положительного эффекта при кормлении ими рыбы.

6. Связующие вещества обладают хорошими технологическими свойствами, оказывают положительное влияние на процесс гранулирования. Однако при скармливании рыбам кормов со связующими веществами значительного положительного эффекта не наблюдалось.

7. Перспективным способом повышения водостойкости гранул при сохранении их рыбоводно-биологических показателей является способ производства гранул на непрерывнодействующих реакторно-смесительных установках. Поэтому необходимо построить линию непрерывного производства водостойких гранулированных комбикормов для рыб.

8. По данным ВНИИПРХ, экономия комбикормов влажного прессования по сравнению с комбикормами сухого прессования при скармливании рыбам составляет 21,2%.

В пересчете на годовую потребность комбикормов для прудовых хозяйств нашей страны (750 тыс. т) экономия их составит 159000 т.

Оптовая цена 1 т гранулированных комбикормов по действующим отпускным ценам согласно прейскуранту № 30-04, введенному в действие с 1 января 1969 г., составляет 67,5 руб. Следовательно, в денежном выражении годовая экономия составит: $159000 \text{ т} \cdot 67,5 \text{ руб.} = 10,73 \text{ млн. руб.}$

Если учесть экономию при переходе на влажное прессование за счет уменьшения крошимости при транспортировке и перегрузках, за счет лучшего хранения, улучшения гидрохимического режима водоемов, введения лечебных препаратов и др., то экономический эффект будет значительно выше.

Приложение

РЕЦЕПТЫ КОМБИКОРМОВ ДЛЯ ПРУДОВЫХ КАРПОВЫХ РЫБ

Рецепт 111-1

комбикорма для прудовых карповых рыб
весом каждой от 30 до 1000 г

№ п/п	Состав	%
1	Жмыхи и шроты: хлопчатниковые, рапсовые, сурепные, льняные, подсолнечниковые, соевые, конопляные, рыжиковые, кунжутные – не менее двух видов (льняные не более 10%, кунжутные не более 10%, соевые и арахисовые в отдельности или вместе не более 30%)	55
2	Вика, чина, чечевица, горох	20
3	Овес, ячмень, пшеница, рожь, кукуруза в зерне или маисовые корма не меньше двух видов	11
4	Отруби пшеничные	10
5	Рыбная мука	3
6	Мел	1
Итого:		100

Рецепт 111-2

комбикорма для прудовых карповых рыб
весом каждой от 30 до 1000 г

№ п/п	Состав	%
1	Жмыхи и шроты: хлопчатниковые, рапсовые, сурепные, подсолнечниковые, соевые, конопляные, рыжиковые, арахисовые, кунжутные – не менее двух видов (льняные не более 10%, рыжиковые не более 8%, кунжутные не более 10%, соевые и арахисовые в отдельности или вместе не более 30%)	47
2	Вика, чина, чечевица, горох	15
3	Мука, мучка, сечка (овсяные, ячменные, пшеничные, ржаные, кукурузные), маисовые корма – не менее двух видов	25

4	Отруби пшеничные	12
5.	Мел	1
Итого:		100

Рецепт 111-3

комбикорма для прудовых карповых рыб
весом каждой от 30 до 1000 г

№ п/п	Состав	%
1	Жмыхи и шроты: хлопчатниковые, рапсовые, сурепные, льняные, подсолнечниковые, соевые, конопляные, рыжиковые, арахисовые, кунжутные – не менее двух видов (льняные не более 10%, рыжиковые не более 8%, кунжутные не более 10%, соевые и арахисовые в отдельности или вместе не более 30%)	47
2	Вика, чина, чечевица, горох	15
3	Овес, ячмень, пшеница, рожь, кукуруза в зерне (не менее двух видов)	25
4	Отруби пшеничные	12
5	Мел	1
Итого:		100

Рецепт № 1

комбикорма концентрата для товарных
двухлетков и трехлетков карпа

№ п/п	Состав	%
1	Жмыхи и шроты: (не менее двух видов в равных долях): подсолнечниковые, хлопчатниковые, соевые, рапсовые	40
2	Жмыхи и шроты: горчичные, сурепковые, льняные, конопляные, перилловые, рыжиковые, клещевинные	10
3	Бобовые: кормовые бобы, горох, чечевица, люпин	10
4	Зерновые (не менее двух видов в равных долях): рожь, пшеница, ячмень, овес	24
5	Отруби: пшеничные или ржаные	6
6	Дрожжи кормовые или белково-витаминный концентрат	4
7	Мука рыбная	3

8	Хвойная или травяная мука искусственной сушки	2
9	Мел или травертины	1

Итого: 100

Микродобавки

Кобальт хлористый или азотнокислый, г/т	3
Кормовой тетрацилин на зерновой основе, миллионы единиц активности на тонну	10
Кормовой препарат витамина В ₁₂ , мг/т	12

Рецепт № 2

комбикорма для сеголетков ремонтного
молодняка и производителей карпа

№ п/п	Состав	%
1	Жмыхи и шроты: (не менее двух видов в равных долях): подсолнечниковые, хлопчатниковые, соевые, рапсовые	40
2	Жмыхи и шроты: сурепные, арахисовые, льняные, кунжутные, конопляные	9
3	Бобовые: соя, бобы, горох, чечевица, люпин	15
4	Зерновые (не менее двух видов в равных долях): рожь, пшеница, ячмень	20
5	Отруби пшеничные или ржаные, а взамен их овес или кукуруза	4
6	Дрожжи кормовые или белково-витаминный концентрат	4
7	Мука рыбная	5
8	Хвойная мука или травяная искусственной сушки	2
9	Мел молотый или травертины	1
Итого:		100

Микродобавки

Кобальт хлористый или азотнокислый, г/т	3
Кормовой препарат витамина В ₁₂ , мг/т	12
Кормовой тетрацилин на зерновой основе, миллионы единиц активности на тонну	10

Рецепт № 3
комбикорма для товарных двухлетков и
трехлетков карпа

№ п/п	Состав	%
1	Жмыхи и шроты (не менее двух видов в равных долях): подсолнечниковые, хлопчатниковые, соевые, рапсовые, конопляные	10
2	Жмых тунгобий	20
3	Бобовые: люпин, чина, чечевица, вика, горох, кормовые бобы	10
4	Зерновые: рожь, пшеница, ячмень	24
5	Отруби: пшеничные или ржаные, взамен их кукуруза или овес	6
6	Дрожжи кормовые или белково-витаминный концентрат	4
7	Мука рыбная	3
8	Хвойная или травяная мука искусственной сушки	2
9	Молотые: мел или травертины	1
10	Малоценная рыба (черноморская хамса)	20
Итого:		100

Микродобавки

Кобальт хлористый или азотнокислый, г/т	3
Кормовой препарат витамина В ₁₂ , мг/т	24
Кормовой тетрацилин на зерновой основе, миллионы единиц активности на тонну	10

Рецепт № 4

№ п/п	Состав	%
1	Жмых подсолнечный	20
2	Жмых льняной	5
3	Горох посевной	10
4	Пшеница	52
5	Дрожжи гидролизные	5
6	Мука сенная	4
7	Крахмал	3
8	Мел	1

Рецепт № 5

№ п/п	Состав	%
1	Пшеница	37
2	Шрот соевый	20
3	Жмых конопляный	10
4	Жмых льняной	10
5	Куколка шелкопряда	15
6	Костная мука	2
7	Рыбная мука	2
8	Белково-витаминный концентрат	4

Рецепт № 6

№ п/п	Состав	%
1	Шрот соевый	20
2	Шрот конопляный	20
3	Шрот подсолнечниковый	10
4	Мука овсяная	30
5	Мука гороховая	12
6	Дрожжи гидролизные	4
7	Мел	1
8	Вода	

ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамов А. И., Полунина Н. И., Зицерман М. Л. Гранулирование комбикормов. М., 1969.
2. Баламутов А. С. и др. Способ производства искусственных кормов для рыб. Авт. св. № 257215. Бюллетень изобретений, № 35, 1969.
3. Бардышев Г. Влияние гранулирования на кормовую ценность комбикормов. "Мукомольно-элеваторная пром-сть", № 4, 1964.
4. Бардышев Т. Приборы для контроля прочности гранул комбикормов. "Мукомольно-элеваторная пром-сть", № 11, 1965.
5. Бардышев Г. Прессы для гранулирования рыбных комбикормов. "Мукомольно-элеваторная пром-сть", № 3, 1969.

6. Брун Х. Инженерные проблемы в гранулировании комбикормов. "Сельское хоз-во за рубежом", № 5, 1958.
7. Виноградов В. К., Ерохина Л. В. Повышение эффективности кормления карпа путем совершенствования методов приготовления кормов. Тезисы докладов. М., 1960.
8. Голандская Ю. Сравнительные технико-экономические показатели установок для гранулирования комбикормов. "Мукомольно-элеваторная пром-сть", № 4, 1965.
9. Гриб В. К., Морев А. Н. Комплексная механизация прудового рыбоводства. М., Пищепромиздат, 1967.
10. Грибанов Л. В., Баламутов А. С. и др. Способ производства искусственных кормов для рыб. Авт. св. № 181902. Бюллетень изобретений, № 10, 1966.
11. Гулида Э. Н., Калиновская О. П. Устройство для сушки материалов в кипящем слое. Авт. св. № 251191. Бюллетень изобретений, № 28, 1969.
12. Демидов П. Г. Усовершенствование технологического процесса производства гранулированных комбикормов. Труды Одесского технологического ин-та, II, 1961.
13. Демидов П. Г. Технология комбикормового производства. М., "Колос", 1968.
14. Жадан А. М. Гранулоовані комбі корми. Кисв, "Урожай", 1967.
15. Зицерман М. Л. Гранулирование комбикормов с применением сульфатно-спиртовой барды. "Мукомольно-элеваторная пром-сть", № 18, 1968.
16. Зицерман М. Л., Эрлих Д. И. Опыт гранулирования комбикормов без применения пара. М., Труды ВНИИЗ, № 54, 1965.
17. Калиновская О. П., Чернявский А. И., Лабай В. И., Тюктяев И. М., Лысенко В. Я., Филатов А. В. Результаты исследования вибрационной сушки комбикормов влажного прессования. "Рыбн. хоз-во", № 10, 1971.
18. Калиновская О. П., Чернявский А. И., Гулида Э. Н. Кинетика сушки гранулированных комбикормов для рыб в виброкипящем слое. Производство комбикормов. М., ЦНИИТЭИ Минзгг СССР, 1970.
19. Ланда-Далев Л. М. Современные методы приготовления комбикормов. "Сельское хоз-во за рубежом", № 8, 1961.

20. Логвинова Г., Лысенко Э. Водостойкие гранулы. "Рыбоводство и рыболовство", № 1, 1960.
21. Мухина Р. И. Влияние способа приготовления корма на качество двухлеток карпа. Труды ВНИИПРХ, 1962, 11.
22. Мухина Р. И. Изменение химического состава корма после погружения его в воду. Труды ВНИИПРХ, 1963, 12.
23. Полунина Н. И. Производство гранулированных комбикормов. М., Заготиздат, 1962.
24. Полунина Н. И. Производство комбикормов в СССР и за рубежом. М., ЦНИИТЭИ Минзаг СССР, 1969.
25. Полунина Н. И. Установка для изготовления гранулированных комбикормов. "Мукомольно-элеваторная пром-сть", № 4, 1958.
26. Противень Л. А., Романова Е. П. Гранулирование (обзор) М., Труды НИИТЭХИМ, 1960.
27. Руб Д. М. Прессы для гранулирования комбикормов, М., Труды ВНИИПродмаш, 1959.
28. Скориков В. Производство гранулирования комбикормов на Орловском мелькомбинате. "Мукомольно-элеваторная пром-сть", № 2, 1967.
29. Смылова М. В. и др. Рыбоводство Венгрии. М., 1969.
30. Тюктяев И. Ш. Механизация приготовления кормов для рыб. "Рыбоводство и рыболовство", № 1, 1969.
31. Тюктяев И. Ш. и др. Линия производства водостойких гранулированных кормов. Авт. св. № 347040. Бюллетень изобретений, № 25, 1973.
32. Фахриева Д. С., Кузнецов С. В. Брикетирование сена и травы в поле. "Животноводство", № 4, 1970.
33. Хорев М. И., Мерзляков Я. П. Приготовление и использование гранулированных кормов. "Свиноводство", № 1, 1964.
34. Чернявский А. М., Кармазин В. Д., Калиновская О. П., Тюктяев И. Ш., Илюхин А. М. Способ производства искусственных кормов для рыб. Авт. св. № 228369. Бюллетень изобретений, № 31, 1968.
35. Чернявский А. И., Калиновская О. П., Гулида Э. Н., Кармазин В. Д., Тюктяев И. Ш., Илюхин А. И. Установка для покрытия гранулированных материалов защитной пленкой. Авт. св. № 303026, Бюллетень изобретений, № 16, 1971.

36. Bank O. Carpi ein Trockenfutter für Karpfen. "Ost. Fisch" .., N 19, 1966.
37. Brüggeman J., Niesar K. H., Zucker U. N. Pelletqualität und ihre Beeinflussung durch Pressmittel auf Ligninsulfonatbasis. "Kraftfutter", N 1, 1964.
38. Candet J. L. The status of warm-water pond fish culture in Europe. FAO Fisheries Reports, 1967, 2.
39. Erhöhung von Pelletqualität und Pressleistung. "Die Mühle", N 15, 1965.
40. Eberhardt W. Futtermittelpressung und Presshilfsmittel auf Ligninsulfonatbasis. "Kraftfutter", N 1, 1964.
41. Fifth session of specialists of inland fisheries. Rome. May, 1968.
42. Futtersprüchanlagen für Pellets. "Die Mühle", N 4, 1968.
43. Hastings W. H. Fish food processing. FAO, N 44, 1968.
44. Hastings W. H. Fish food processing research. "Journal Feedstuffs". May, 23, 1964.
45. Hastings W. H. A modification of Hastings method for the determination of water stability of fish-feed pellets. FAO, N 44, 1968.
46. Hopher B. The development and manufacture of carp pellet feed in Israel. FAO, N 44, 1968.
47. Hopher B. Economic aspects of fish feeding in the Near East. FAO Fisheries Reports. N 44, 3, 1967.
48. Ling P. Feeds and feeding of warm-water fishes in ponds in Asia and the Far East. J. FAO Fisheries Reports, N 44, 3, 1967.
49. Müller W., Merla G. Ertragssteigerung durch Verfütterung von Karpfenpellets in Teichen. "Dtsch. Fischerei-Ztg.", 14, N 7, 1967.
50. Niculescu-Duvaz M. Cercetari si rezultate in Jepatura cu alimentatia snplimentara a curpnii de heleston. "Bul. Inst. Cerc. pisc" .., 23(4), 1965.
51. Pellet and Cube Binders. "Milling", N 1, 1968.
52. Pelletierte Versuche auf einer Kleinpresse. "Deutsche Mühlen-Zeitung", N 16, 1969.
53. Pfost H. B., Yong L. R. Die Wirkung Kolloidaler Bindemittel und andere Faktoren auf dem Pressvorgang. "Die Mühle", N5, 1963.
54. Pressversuche in Mischfutterbetrieben mit PAC. "Die Mühle", N 50, 1969.
55. Rajbonhi K. G. Fütterungsversuche mit Trockenfutter beim Karpfen. "Fischwirt", 16(4); 1966.

56. Shzumiec I. Preliminary experiments with pellets for carps. FAO Fisheries Reports, N 44, 3, 1967.

57. Snow J. R. The oregon moist pellet as a diet for largemouth bass. "J. progressive fish-culturist", 30, N 4, 1968.

58. Forula E. Schlempe – ein wirksames Bindemittel bei der Pelletierung von Mischfutter. "Die Mühle", N 4, 1970.

59. Wallace F., Hublou. Oregon pellets. I. progressive fish-culturist", 25, N 4, 1963.

60. Wunder W. Cyprinin das neuzeitliche Trockenfutter für den Karpfen. "Allgem. Fischerei-Ztg", N 16, 1951.

СОДЕРЖАНИЕ

Приготовление тестообразных кормов	4
Приготовление брикетированных кормов	6
Приготовление гранулированных кормов	11
Сухое гранулирование	12
Сухое гранулирование с введением связующих веществ	15
Покрытие гранул водозащитной пленкой	21
Гранулирование способом наката	26
Гранулирование комбикормов методом влажного прессования	27
Эффективность кормления рыбы различными кормами	44

Хр-2

Литературный редактор Л.И. Коченасова
Технический редактор Л.С. Ермакова
Корректоры: Е.Н. Селицкая, Т.В. Скирдова

Т-16798 Подп. к печ. 29/X1973 г. Формат 60x90 1/16 Тираж 645
Объем 3,5 п.л. 3,07 уч.-изд.л. Цена 31 коп. Заказ 124

ЦНИИТЭИРХ. Москва, М-54, ул. Дубининская, 29