

ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КОМБИКОРМОВ ДЛЯ ЦЕННЫХ ПОРОД РЫБ

ВАЛЕРИЙ АФАНАСЬЕВ, д-р техн. наук, генеральный директор,

ИГОРЬ БОГОМОЛОВ, д-р техн. наук, директор,

КОНСТАНТИН МИШИНЕВ, заместитель начальника проектно-конструкторского отдела, АО «НПЦ «ВНИИКП»

АЛЕКСАНДР ОСТРИКОВ, д-р техн. наук, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»

СВЕТЛАНА СТАРЦЕВА, канд. мед. наук, ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко Минздрава России

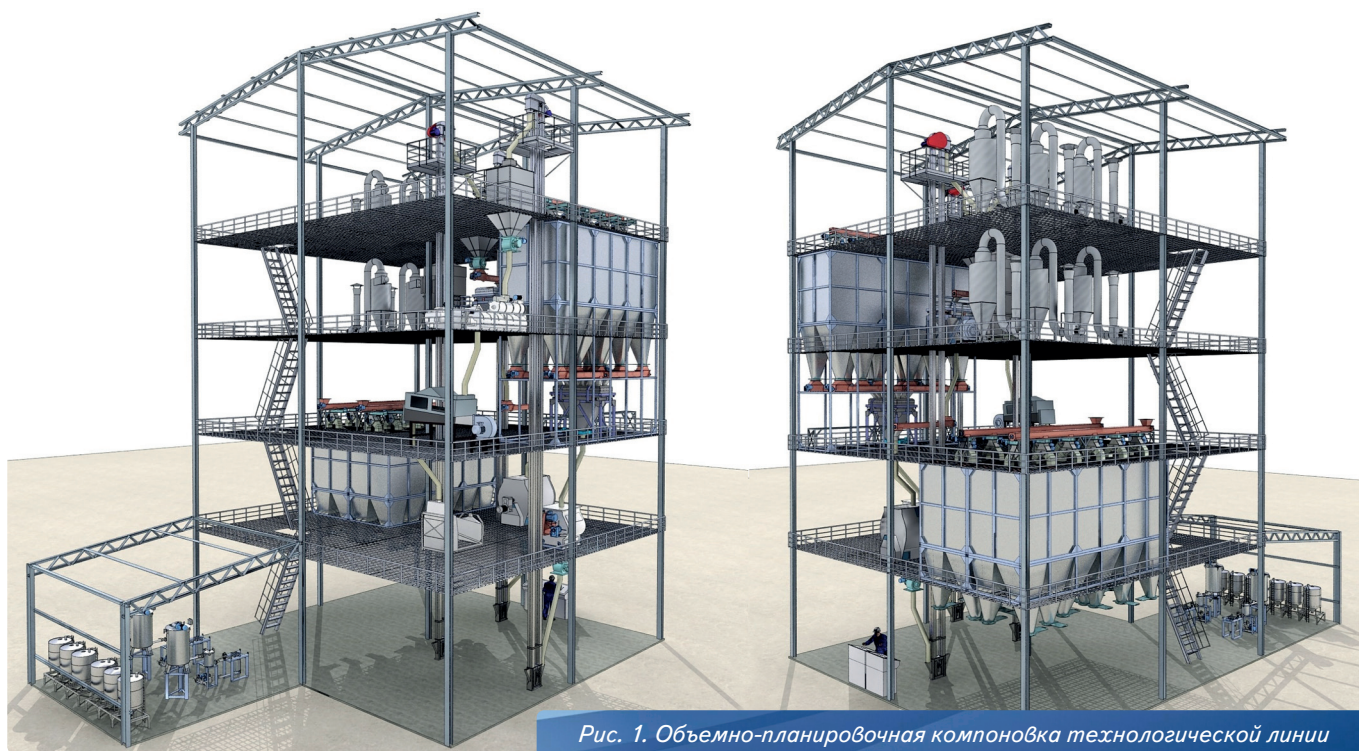
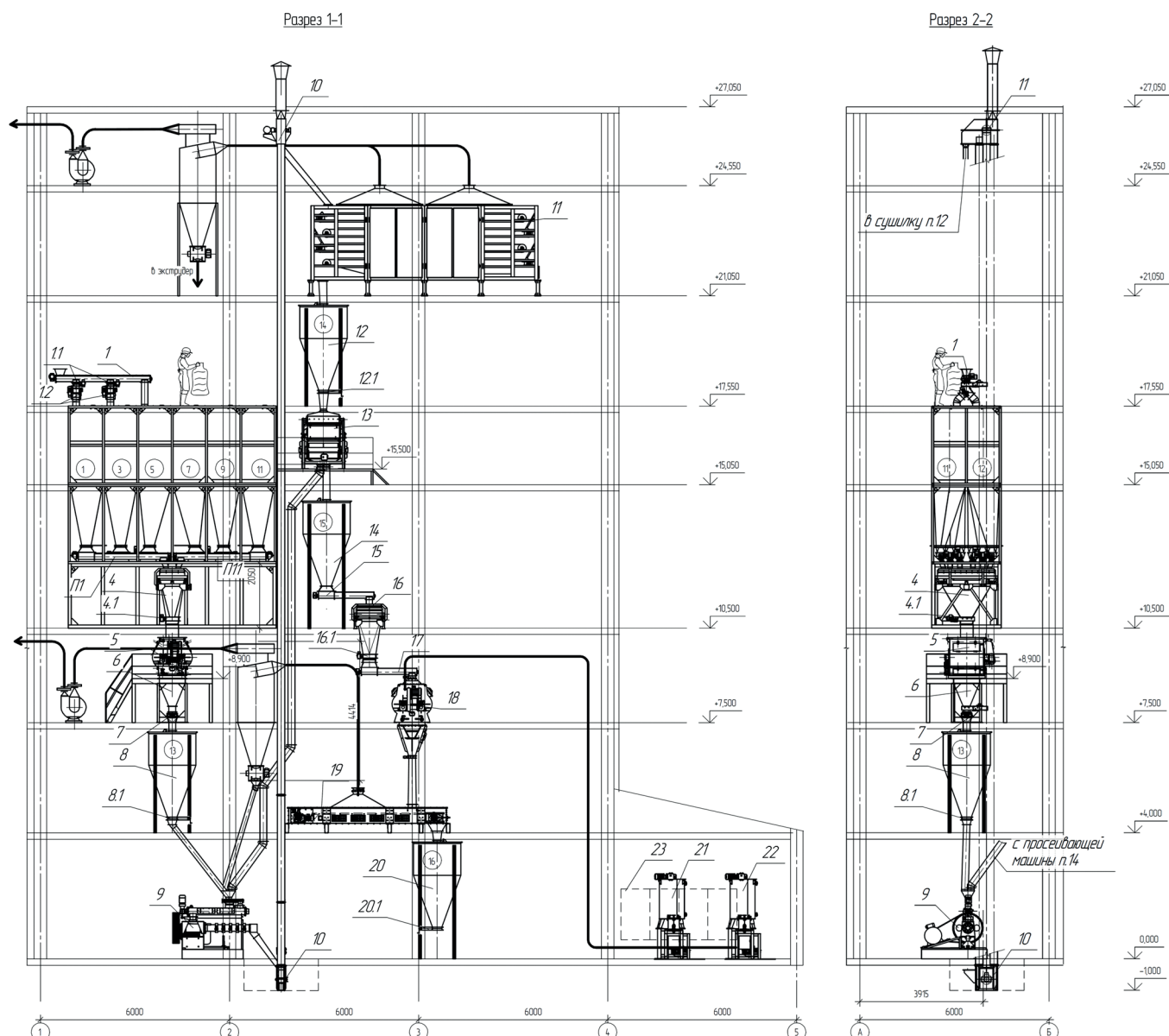


Рис. 1. Объемно-планировочная компоновка технологической линии по производству комбикормов ДРО-1

Производство рыбных комбикормов в настоящее время является одним из самых высокзатратных по сравнению с другими видами, так как к ним предъявляются повышенные требования. Рыбе необходим легкопереваримый корм, поскольку она имеет короткую пищеварительную систему, должно выделяться минимальное количество экскрементов, которые загрязняют воду. Форма и размер частиц корма должны соответствовать предпочтениям и размеру рыб, а его плотность (способность опускаться или плавать на поверхности воды) — естественному способу его потребления. По расчетам специалистов, затраты российских рыбоводов на корма достигают 65–70% себестоимости рыбной продукции, что превышает затраты в других странах.

Снижению себестоимости кормов для рыб будет способствовать внедрение разработанной в России полнокомплектной линии по производству комбикормов для ценных пород рыб. Налаживание ее выпуска позволит отказаться от закупок дорогостоящего импортного оборудования, которое применяют сегодня отечественные предприятия, вырабатывающие корма для рыб. В разработанном комплексе оборудования реализованы передовые технологии баротермической обработки смеси компонентов с высоким содержанием растительного протеина, конвективной сушки в плотном слое влажных гранул при равномерном поперечном продувании потоком теплоносителя, вакуумного напыления и последующей диффузией жидких компонентов внутрь экструдированных гранул. При этом



- 1 — конвейер; 2, 8, 12, 14, 20 — бункер; 3, 15, 17 — питатель шнековый; 4, 16 — весы порционные тензометрические; 5 — смеситель; 6 — бункер подсмесительный; 7 — колонка магнитная; 9 — экструдер; 10 — нория; 11 — сушилка конвейерная; 13 — машина просеивающая; 18 — смеситель вакуумный; 19 — охладитель; 21 — установка ввода масла; 22 — установка ввода рыбьего жира; 23 — блок управления

Рис. 2. Конструктивное решение технологической линии по производству комбикормов для ценных пород рыб производительностью 1 т/ч

материальные и энергетические затраты уменьшаются на 10–12%, а комбикорма имеют повышенную энергетическую ценность.

Комплект оборудования ДРО-1 (16 видов: конвейер, блок бункеров, питатель шнековый, весы порционные тензометрические, смеситель, бункер подсмесительный, магнитная колонка, бункер, экструдер, сушилка, просеивающая машина, смеситель вакуумный, охладитель, установки ввода масла и рыбьего жира, блок управления контрольно-измерительными приборами и автоматикой) был разработан и изготовлен в рамках

научно-технической программы Союзного государства «Разработка инновационных энергосберегающих технологий и оборудования для производства и эффективного использования биобезопасных комбикормов для ценных пород рыб, пушных зверей и отдельных видов животных» («Комбикорм-СГ») на 2018–2021 годы АО «НПЦ «ВНИ-ИКП». Кроме того, подготовлена конструкторская документация, предложены объемно-планировочное (рис. 1) и конструктивное (рис. 2) решения технологической линии производительностью 1 т/ч комбикормов для ценных пород рыб. Оборудование успешно прошло приемочные

испытания на экспериментальной базе АО «ВНИИ КП» и рекомендовано для серийного производства. Технологические режимы работы этого оборудования позволяют производить корма для всех возрастных групп рыб с различными физическими характеристиками — быстро тонущие, медленно тонущие и плавающие.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ

Технологический процесс производства экструдированного комбикорма для ценных пород рыб включает следующие основные операции: дозирование; смешивание; экструдирование; сушка экструдата; вакуумное напыление жидких компонентов.

На рисунке 2 показана схема работы линии. Измельченное сырье и компоненты, не требующие измельчения, конвейером 1 направляют в блок бункеров 2, из них питателями 3 в порционные тензометрические весы 4. Взвешенные компоненты поступают сначала в надсмесительный бункер 6, затем в смеситель 5, откуда смесь выгружается в подсмесительный бункер 8. Далее через магнитную колонку 7 она транспортируется в модуль экструдирования 9, состоящий из питателя, модуля пропаривания и экструдера (диаметр отверстий матрицы 2–6 мм). Пар в пропариватель и экструдер подается из парогенератора. В пропаривателе под воздействием пара комбикорм предварительно подогревается до температуры 65–75°C и увлажняется для последующей передачи на экструдирование.

Экструдер — одна из основных единиц комплекта оборудования. Именно процесс экструзии во многом определяет качество комбикорма для рыб. Конструктивно экструдер состоит из цилиндрической камеры, внутри которой расположен прессующий шнек, набранный из отдельных модулей и являющийся самоцентрирующимся. Продукт поступает на обработку при начальной влажности 19%. В I зоне экструдера он нагревается до температуры 85–95°C, во II зоне — до 95–120°C, в III зоне — до 120–135°C, в IV зоне — до 135–140°C, в V зоне — до 145°C, при давлении пара 0,65–0,70 МПа. Выпуск продукта из экструдера осуществляется через матрицу. Параметры его работы постоянно регистрируются, что позволяет оператору вести визуальный контроль за процессом экструдирования и при необходимости регулировать его. При выводе оператором процесса на оптимальный режим система обеспечивает управление и поддержание основных параметров на уровне заданных значений.

Экструдат охлаждается воздухом в охладителе модуля экструдирования до температуры, не превышающей температуру окружающей среды более чем на 10°C. Для охлаждения 1 т экструдата обычно требуется 1500–2000 м³ воздуха, который нагнетается в камеру со скоростью 0,65–0,8 м/с. Температура его в зоне сушки составляет 60–75°C, в зоне охлаждения 20°C. Оптимальный режим охлаждения должен обеспечивать понижение температуры продукта до требуемых значений, исключить излишний сьем влаги и ее

конденсацию в отводящих трубопроводах, предотвратить чрезмерный унос мелкой фракции. После охладителя в отводящем трубопроводе температура воздуха должна быть на уровне 40–60°C, для исключения уноса мелкой фракции продукта оптимальная скорость воздуха не должна превышать 20–25 м/с.

Полученный экструдат норийей 10 направляется в сушилку 11, в которой высушивается до конечной влажности примерно 12% при температуре 60–80°C, на выходе из сушилки его температура составляет 35–45°C. Далее высушенный экструдат поступает в бункер 12, из которого норийей 10 и шнековым питателем транспортируется в просеивающую машину 13. После просеивания сход сита шнековым питателем 15 подается в порционные тензометрические весы 16, а из них шнековым питателем 17 — в вакуумный смеситель 18, который соединен с установками ввода масла 21 и рыбьего жира 22 для реализации технологии вакуумного напыления. Данные установки включают в себя насос с приводом, комплекс измерительной и регулирующей аппаратуры, приборы, трубопроводную арматуру, которые позволяют оператору с пульта управления задавать определенный расход жира, контролировать и при необходимости корректировать его. Масло и рыбий жир поступают через коллектор с эжекторными соплами. Форсунки расположены по всей длине вакуумного смесителя, что позволяет равномерно наносить жидкие компоненты на продукт. Для лучшего проникновения жира внутрь гранулы в смесителе поддерживается пониженное давление — 0,02–0,04 МПа. Следует отметить, что применение вакуумного напыления дает возможность повысить содержание жира в комбикорме для рыб до 35%, стабилизировать питательность, снизить разрушение гранул экструдата на 10%, улучшить физические качества, повысить уровень насыщения жидкими компонентами на 25–30%. Экструдированный комбикорм направляется в бункер для хранения готовой продукции.

Управление всеми технологическими процессами линии по производству комбикормов для рыб осуществляется посредством блока управления контрольно-измерительными приборами и автоматикой 23. Обслуживают линию два человека.

КОМПЛЕКТ ОБОРУДОВАНИЯ ДРО-1

В результате научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) были разработаны оригинальные конструкции высокотехнологичного оборудования: весы порционные тензометрические ДРОВ-1.01 (рис. 3); смеситель ДРОС-1 (рис. 4); экструдер ДРОЭ-1 (рис. 5); сушилка конвейерная ДРОСК-1 (рис. 6); просеивающая машина ДРОМП-1 (рис. 7); вакуумный смеситель ДРОСВ-1 (рис. 8); охладитель ДРОО-1 (рис. 9); установка ввода жира ДРОЖ-1 (рис. 10) и др. Технические характеристики комплекта оборудования ДРО-1 в целом приведены в таблице 1.

Таблица 1. Технические характеристики комплекта оборудования ДРО-1

Параметр	Значение
Производительность, т/ч	1
Установленная мощность, кВт	195,17
Габаритные размеры, мм	
длина	25 039
ширина	14 055
высота	24 400
Масса, кг	22 212

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ И ХАРАКТЕРИСТИКА КОМБИКОРМОВ

В Астраханском государственном техническом университете под руководством профессора С.В. Пономарёва были разработаны рецепты комбикорма для ценных пород рыб, производимого на новой линии. В его составе значительно меньше используется дорогостоящего белкового сырья животного происхождения за счет увеличения ввода растительных высокобелковых компонентов и повышения их усвояемости путем глубокой экструзии. Себестоимость таких комбикормов снизилась на 12–15%.

Испытания по эффективности их скармливания осетровым рыбам прошли в КФХ «Малахов» (Воронежская область). С учетом данных о взвешивании и наблюдений за общим состоянием рыб были установлены нормы обменной и переваримой энергии в комбикормах (табл. 2).



Рис. 3. Весы порционные тензометрические ДРОВ-1.01



Рис. 4. Смеситель ДРОС-1



Рис. 5. Экструдер ДРОЭ-1

Таблица 2. Питательность и нормы обменной и переваримой энергии комбикормов для осетровых рыб

Показатель	Стартовый	Производственный		Для ремонтно-маточного стада
	для рыб массой 5–100 г	для рыб массой 100–500 г	для рыб массой свыше 500 г	
Сырой протеин, %	52,0	45,0	42,0	50,0
Сырой жир, %	15,0	10,0	12,0	10,0
Легкоусвояемые углеводы, %	15,4	27,6	35,6	23,0
Сырая клетчатка, %	2,0	2,2	2,4	1,5
Минеральные вещества, %, в том числе	8,6	8,2	8,0	8,5
кальций	3,1	3,0	2,8	3,2
фосфор	2,1	2,1	1,8	2,5
Незаменимые жирные кислоты, %				
линоленового ряда (омега-3)	2,2	2,0	2,1	2,0
линолевого ряда (омега-6)	1,0	1,0	1,0	1,0
Влага, %	6–7	6–7	6–7	6–7
Обменная энергия				
МДж/кг	21,0	19,6	21,0	20,0
ккал/кг	5036	4647	5029	4766
Переваримая энергия				
МДж/кг	16,6	15,5	16,6	15,8
ккал/кг	3978	3692	3973	3765





Рис. 6. Сушилка конвейерная ДРОСК-1



Рис. 7. Просеивающая машина ДРОМП-1



Рис. 8. Смеситель вакуумный ДРОСВ-1



Рис. 9. Охладитель ДРОО-1



Рис. 10. Установка ввода жира ДРОЖ-1

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Высокоэффективный комбикорм, вырабатываемый по предлагаемой технологии на разработанном комплексе оборудования, характеризуется высокими питательностью и потреблением, что положительно сказывается на развитии рыб, на темпах роста. Благодаря повышению на 10–12% усвояемости корма увеличиваются на 10–12% привесы рыб, улучшается на 15% кормовой ко-

эффициент, на 10–15% снижается стоимость товарной продукции рыбоводства.

Разработанные виды оборудования по основным техническим характеристикам не уступают зарубежным аналогам, при этом они в 2,0–2,7 раза дешевле их. ■

Список литературы предоставляется по запросу.



ИНФОРМАЦИЯ

Правительство РФ выделило около 1,2 млрд руб. на развитие информационных систем Минсельхоза. Соответствующее распоряжение подписано 28 июля 2025 г. Наибольшая часть этой суммы — 278 млн руб. направляется на развитие комплексной информсистемы сбора и обработки бухгалтерской и специализированной отчетности сельхозпроизводите-

лей, формирование сводных отчетов, мониторинга, учета, контроля и анализа субсидий на поддержку АПК. На информсистему «Единое окно» по сбору и анализу отраслевых данных предусмотрено почти 91,3 млн руб., на ФГИС «Зерно» — 85 млн руб., на развитие информсистемы в области семеноводства сельхозрастений — 180 млн руб., на мероприятия по ин-

формационной безопасности — более 155 млн руб. Выделены средства на развитие и других информсистем. Информационную систему цифровых сервисов для предоставления государственной поддержки аграриям планируется запустить 1 марта 2026 г. Ее оператором является Минсельхоз.

*По материалам
interfax.ru /business / 1038481*