

# ПРОГРАММА

## ПО ВНЕДРЕНИЮ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПОЛУЧЕНИЯ КОРМОВЫХ БЕЛКОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПИЩЕВОЙ, ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

**Исполнители:**

Исполнительный директор  
ОАО «ГосНИИ Синтезбелок»



И.А. Сорокин

Ректор  
Кубанского Государственного  
Университета



М.Б. Астапов

Ректор Донского Государственного  
Технического Университета



Б.Ч. Месхи

Ректор Южного Федерального  
Университета



М.А. Боровская

2015 г.

## Содержание

Раздел 1. Состояние вопроса	3
Раздел 2. Получение кормовых белков на пищевых предприятиях	6
Раздел 2.1. Получение кормовых белков на спиртзаводах, пивзаво- дах, хлебозаводах, молзаводах, маслоэкстракционных, сахарных, дрожжевых и крахмалопаточных заводах	16
Раздел 2.2. Получение кормовых белков на перерабатывающих предприятиях пищевой промышленности	18
Раздел 2.3. Получение кормовых белков растительного происхождения	18
Раздел 3. Конструктивное устройство ферментеров	21
Раздел 4. Пути внедрения программы по получению кормовых белков. Инвестиции	23
Приложение	29
Авторы программы	30

## Раздел 1. Состояние вопроса

Хронический белковый голод - одна из социально значимых проблем сегодняшнего мира. Ежегодный дефицит пищевого белка, по данным Института питания РАМН, в России превышает 1 миллион тонн. В России потребление мясной продукции составляет 76 кг; в Европе – 100 кг; в США - 119 кг. Импортная зависимость России по мясу составляет 41 %, а продовольственная безопасность считается обеспеченной при доле собственного производства мяса и мясопродуктов в 85 %. Развитие животноводства в России сдерживается тем, что 90 % всех кормовых рационов состоит из фуражного зерна с низким содержанием белка, недостаточно богатого по аминокислотному составу и, в частности, лизину, в отличие от бобовых, особенно сои. Расход зерна на тонну комбикормов в 2 раза выше, чем в Европе.

Первый советский завод кормовых дрожжей из гидролизатов древесины и отходов сельского хозяйства построили еще в 1935 году. Начиная с 70-х годов, в СССР были построены биохимические заводы (БХЗ) по производству кормовых дрожжей: Светлый Яр в Волгоградской области, Кременчуг на Украине, Благовещенск в Башкирии, Мозырь и Новополоцк в Белоруссии, Кириши в Ленинградской области, Кстово на Нижегородчине, Ангарск в Иркутской области. К 1987 году заводы по производству белково-витаминного концентрата (БВК) выпускали 1,1 миллиона тонн продукции, что позволяло сэкономить 6,6 миллиона тонн фуражного зерна. Применение БВК сокращало время откорма животных, повышало ежедневный привес при существенной экономии кормов.

В 90-е годы произошел научный откат, были потеряны инвестиции, вложенные в заводы, кадровый состав, уничтожена инфраструктура. На первое место вышли США, на долю которых приходится 45 % мирового производства соевого белка, в то время как Россия отброшена в прорывной технологии и попала в продовольственную зависимость. Страна выпускала субстанции целого ряда витаминов, а сейчас импортирует их. Утрачены позиции по производству антибиотиков.

На наш взгляд, одной из основных причин потери позиций России в производстве БВК относится низкая рентабельность крупных БХЗ (при отсутствии государственной поддержки) из-за высоких затрат на подвоз сырья, значительных энергетических и эксплуатационных затрат в существующих ферментерах и установках для сушки биомассы, транспортных расходов на доставку готовой продукции и потери кормовой ценности при транспортировке продукции к заказчикам.

С 1982 г. по 1993г. в Ростовском НИИ АКХ им. К.Д. Памфилова по планам НИР и ОКР Минжилкомхоза РСФСР, ГОССТРОЯ РСФСР, Госагропрома РСФСР, Зверопрома РСФСР, Минсельхоза РСФСР создавалась система новых типов очистных сооружений канализации на основе Комбинированных сооружений (КС) по патентам РФ №№ 1020379....2390503, 2422379, 2440932, патенту США 8,685,235В2, патенту Израиля № 27/01/03/2015 и за-

явкам 13/065,089; Канады; Аргентины 20110100172, Бразилии P11103172, Китая 201110069244.1; Индии MUMNP|2010; Австралии AU2010224357, странах ЕС 10015854.2/ EP10015854, Украины 201104106/1, в странах СНГ 201100002; Египта 1497/2012; Турции 2012/09197, Саудовской Аравии 112330945, ЮАР 2012/04073, которая позволяет изменить подход к проблеме получения кормовых белков.

Комбинированные сооружения (сайт: <http://www.rniiakh.com>) состоят из двух основных технологических узлов – биофильтров и расположенных под ними аэротенков-отстойников. Для обеспечения биологического процесса биodeградации органических и биотрансформации неорганических поллютантов кислородом и поддержания ила в аэрационной зоне аэротенка-отстойника во взвешенном состоянии применена водоструйная аэрация. В состав сооружений входят также камера смешения и циркуляционные насосы. На рис. 1. представлена схема КС.

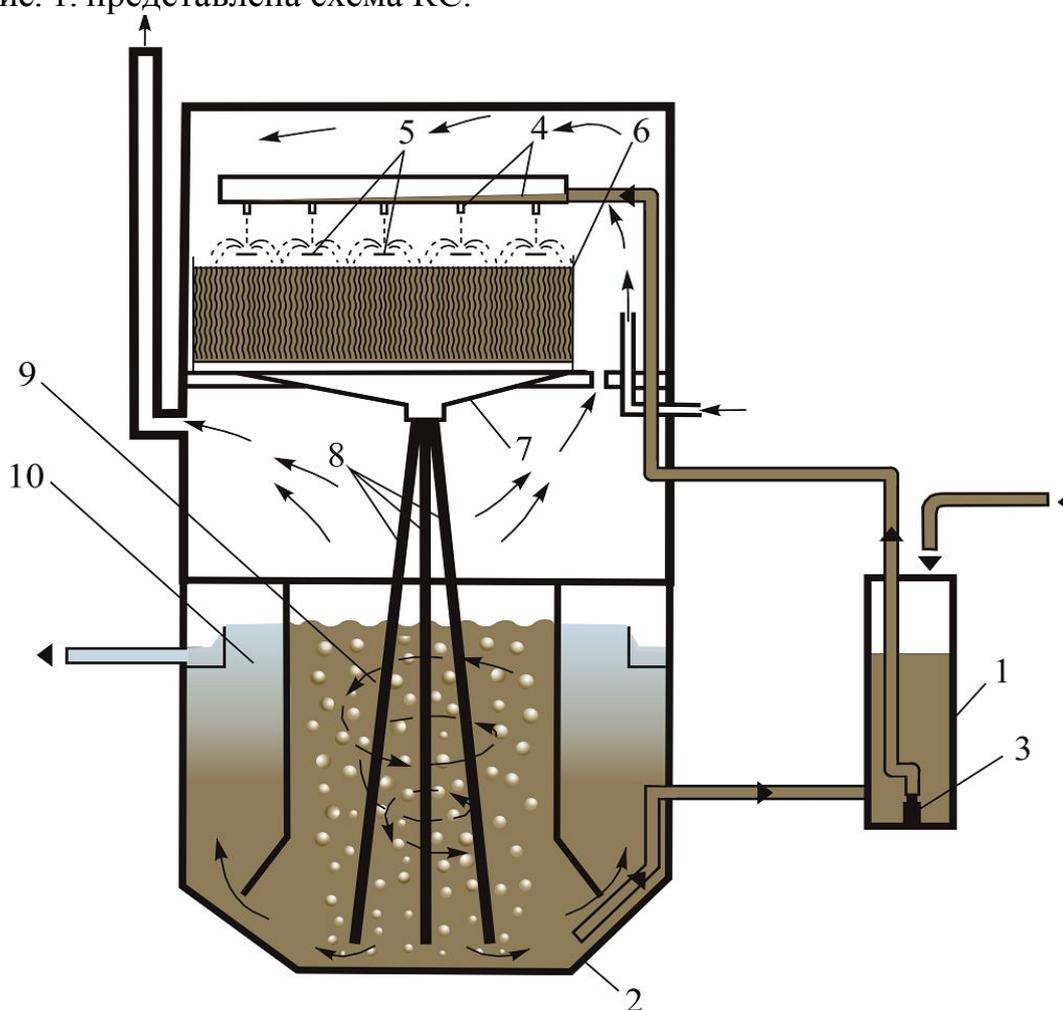


Рис.1. Схема КС.

Сточные воды после предварительной механической очистки (отделение грубодисперсных взвесей и песка) направляются в камеру смешения (1), в которой происходит смешение сточных вод с иловой жидкостью, поступающей из аэротенка-отстойника (2). Из камеры смешения смесь сточных вод с илом подается циркуляционным насосом (3) в систему орошения биофильт-

ра, которая состоит из водораспределительных лотков со сливными патрубками (4) и отражательных дисков (5). Падающие струи жидкости дробятся на дисках и орошают плоскостную загрузку биофильтра (6). Жидкость, прошедшая через биофильтр, собирается поддоном (7) и по аэрационным колоннам (8) направляется в аэрационную зону аэротенка-отстойника (9). При движении жидкости по аэрационной колонне в ней формируется зона пониженного давления. В верхней части колонны образуется вихревая воронка, в которую вовлекается воздух ( $0,5 - 0,6 \text{ м}^3/\text{м}^3$ ), и формируется водовоздушная эмульсия. Образовавшаяся в колонне газожидкостная смесь выходит из нижней части колонны в виде факела высотой  $0,5 - 0,7 \text{ м}$ . Специфическое расположение колонн в аэрационной зоне (различные углы наклона труб, расстояния от нижних концов колонн до днища  $0,2 - 0,4 \text{ м}$ ) способствует равномерному ударному воздействию водовоздушных струй по днищу зоны, которое наряду с всплывающими пузырьками воздуха формирует движение газожидкостных потоков и обеспечивает эффективное перемешивание иловой смеси в аэрационной зоне. Из зоны аэрации иловая смесь поступает в зоны отстаивания (10), в которых происходит ее разделение. Основная часть ила уплотняется и через щели между зонами аэрации и отстаивания, возвращается в зону аэрации, другая часть ила увлекается восходящим потоком очищенных вод и образует в зоне отстаивания слой взвешенного ила, задерживающего мелкие частицы загрязнений и ила.

Насыщение обрабатываемой сточной жидкости кислородом осуществляется комбинированным способом: - растворением кислорода воздуха в смеси сточных вод и ила в период орошения загрузки биофильтра; - в результате массообменного переноса между фазами газ – жидкость при пленочном истечении жидкости по поверхности плоскостной загрузки биофильтра; - насыщением обрабатываемой жидкости в аэротенке кислородом воздуха за счет дополнительного растворения кислорода в аэрационных колоннах и массопередачи при подъеме пузырьков воздуха.

Новое биотехнологическое оборудование (ферментеры), разработанное на основе изложенных решений, обеспечит рентабельность процесса переработки отходов большинства пищевых предприятий в кормовые белки. Это достигается за счет стабильности технологического режима работы ферментеров: длительного сохранения активной биомассы при перерывах в работе; устойчивости биомассы насадочной части КС к временным перегрузкам и недогрузкам по органическому субстрату и быстрому восстановлению активности биомассы в барботажной части при различных отклонениях в технологическом режиме. В свою очередь, упрощается химико-аналитический контроль. Рациональность процесса повышается за счет сокращения расхода электроэнергии в 2 - 3 раза и надежности основного оборудования (низконапорных циркуляционных насосов). Площадь, на которой размещается новое оборудование, значительно меньше площади, занимаемой традиционным биотехнологическим оборудованием, что позволяет размещать его на ограниченных площадях существующих пищевых производств. Наконец стано-

вится рентабельным включение биотехнологического оборудования для получения кормовых белков в состав оборудования птицефабрик, свинокомплексов и ферм КРС.

## **Раздел 2. Получение кормовых белков на пищевых предприятиях.**

В жидких отходах предприятий пищевой промышленности содержатся различные, ценные органические вещества естественного происхождения, вторичное использование которых представляет значительный интерес.

Проблема выделения ценных органических веществ из отходов предприятий пищевой промышленности решается биотехнологическими методами путем использования органических веществ в качестве субстратов для культивирования определенных микроорганизмов с целью накопления биомассы, ферментов, витаминов и т. п. Образующаяся в процессе культивирования биомасса одноклеточных микроорганизмов может являться сырьем для изготовления кормовых добавок и других биологически активных веществ.

Традиционным способом переработки отходов пищевой промышленности является естественная биологическая очистка. Часть органических веществ осаждают в отстойниках различных конструкций, откуда уплотненный в большей или меньшей степени осадок вывозится и используется в качестве удобрения. Жидкость подвергается длительному выдерживанию в прудах, а затем сбрасывается в водоемы или прямо используется для орошения. Это экстенсивные методы, требующие отведения значительных земельных площадей и не гарантирующие безопасности водоемов от загрязнения дренажными водами. Использование жидких отходов на сельскохозяйственных полях орошения также связано со значительной потребностью в пригодных для этой цели земельных площадях и дорогостоящих оросительных сетях.

В последние годы получение новых видов энергии и топлива становится первоочередной задачей для всех стран мира. Биоэтанол (этанол), один из основных видов биотоплива, получают из сахарной свеклы, сахарного тростника, кукурузы, зерновых культур, картофеля и других видов углеродсодержащих растительных субстратов. Мировая потенциальная потребность в биоэтаноле составляет 2 млрд. тонн в год. В настоящее время в мире производится 32 млн. тонн этанола: из них 20 млн. тонн - топливный этанол, 8 млн. тонн - этанол для химической промышленности, 4 млн. тонн - для пищевой промышленности. Химическим синтезом производят 7% этанола, брожением - 93%. Получение спирта методами брожения сопровождается образованием в процессе производства послеспиртовой барды. При получении спирта (этанола) из зерносырья ее образуется более 13 м<sup>3</sup> на 1 тонну зерна. Проблема утилизации барды, образующейся при эксплуатации заводов, производящих спирт является до настоящего времени актуальной проблемой. Так, например, типовой завод по производству этанола мощностью 42000 дал/сут. должен утилизировать, перерабатывать или реализовывать ежедневно порядка

4500 - 5000 тонн жидкой барды. По экспертным оценкам, в настоящее время, в России годовой объем производимой барды составляет примерно 700 млн. дал., причем из них перерабатывается не более 5%. Невостребованную барду большинство предприятий стараются слить в близлежащие водоемы либо на поля, что серьезно ухудшает экологическую ситуацию вокруг спиртзаводов. Проблема усложняется тем, что барда - это скоропортящаяся жидкость (влажность около 80%) и при температуре 15 – 30 °С становится зараженной посторонней микрофлорой в течение нескольких часов.

Можно выделить три основные технологические схемы, которые используются при переработке барды:

- схемы с выпарными станциями для получения «Сухой барды (DDGS)»;
- схемы с получением биогаза;
- схемы с получением кормовых дрожжей.

Первая группа - схемы с выпарными станциями для получения «Сухой барды (DDGS)». Технология «упаривания фугата» в выпарных станциях самая распространенная в мире. Данная технология предлагается, например, шведской компанией «Альфа-Лаваль», датской фирмой «Atlas-Stord», рядом китайских и российских компаний (т.н. «Китайская схема») и др. Однако стоимость выпарных станций и соответственно всего оборудования для утилизации достаточно высокая, процесс выпарки требует значительных энергетических затрат. Не полностью решаются экологические проблемы, т.к. для утилизации «выпара» требуются стационарные очистные сооружения. В то же время, под данную технологию выпускается серийное оборудование. В России полный цикл переработки барды в «DDGS», по нашим данным, реализован только на одном спиртзаводе («Спиртзавод Буинский» Татспиртпром). На ряде спиртзаводов («Уржумский», «Корыстово» и др.) реализован усеченный цикл переработки барды в продукт «DDG». В этом случае перерабатывается только твердая фаза барды – «кек», а «фугат» сливается (данных о его утилизации не имеется). Все это отрицательно сказывается на себестоимости готовой продукции - сухой барды («DDGS»), главным недостатком которого является несбалансированность получаемого продукта по сырому протеину, так как максимальное его содержание в сухой барде не превышает 24 %. Также высокое содержание клетчатки в сухой барде - до 20%, существенно ограничивает круг его потребителей.

Вторая группа - схемы с получением биогаза. В настоящее время данные схемы не нашли широкого применения ни за рубежом, ни в России. Технология переработки барды на биогаз основана на анаэробном брожении (брожении без доступа кислорода). Барда подается в специальные емкости, в которые вводятся анаэробные бактерии. Бактерии, поедая содержащиеся в барде питательные вещества, вырабатывают биогаз. Биогаз может утилизироваться в заводских котельных, а выпадающий осадок может быть использован в качестве удобрений. Достоинством данного метода переработки являются относительные низкие эксплуатационные затраты. Однако, в данном способе переработки барды необходимы огромные метантенки (а, значит, и

значительные земельные участки), т.к. процесс переработки барды анаэробными бактериями крайне медленный. Другим недостатком метода является весьма длительный период выхода на режим – до 6 месяцев. И в наших климатических условиях в зимнее время весь вырабатываемый газ расходуется на поддержание процесса брожения.

Третья группа объединяет технологии, предусматривающие предварительную утилизацию сахаров барды путем культивирования на ней кормовых дрожжей. Производство белково-витаминных кормовых дрожжей на послеспиртовой барде осуществляется давно и считается хорошо освоенным процессом. В России построен ряд заводов по выпуску сухих кормовых дрожжей, работающих на послеспиртовой барде («Береговской», «Мариинский», «Мамадышский» и др.). Кормовые дрожжи – это высокоэффективная белковая добавка к кормам, используемая на многих сельхозпредприятиях и комбикормовых заводах. Содержание белка в кормовых дрожжах может превышать 45 – 46 %.

Однако все подобные предприятия используют крайне неэффективное оборудование, требующее расхода огромных энергетических ресурсов и серьезных эксплуатационных расходов. В качестве примера такого оборудования можно привести распылительные сушилки, использующие в качестве теплоносителя нагретый воздух. Так сушильная установка (одна из двух смонтированных на заводе «Береговской») производительностью 10-15 т/сутки по готовому продукту имеет тепловую мощность 7-12 Гкал/час, потребляет 1050 м<sup>3</sup>/час природного газа и нагнетает 180000 м<sup>3</sup>/час воздуха. Потребление электроэнергии сушильной установкой составляет 160-170 кВт/час. Такие расходы не позволяют предприятию иметь высокую рентабельность. Практически весь доход от реализации продукции уходит на оплату энергоресурсов. При этом, с каждым годом ситуация ухудшается. Также следует отметить, что в этом производстве дрожжи усваивают из барды только 20–30 % всех растворенных органических веществ, хотя теоретически все растворенные органические вещества являются потенциально усвояемыми, поскольку все они имеют природное происхождение. Добиться усвоения всех органических веществ барды при использовании в качестве продуцентов дрожжеподобных грибов в принципе невозможно в силу их культуральных и физиологических особенностей (способностью ассимилировать обладает только ограниченный набор органических веществ). Но такая задача может быть решена при использовании бактериальных ассоциаций, примером чему является биологическая очистка сточных вод, где глубокое изъятие самых разнообразных органических веществ достигается именно при использовании преимущественно бактериальных ассоциаций, культивируемых в аэротенках (так называемый активный ил). В то же время в многочисленных исследованиях доказано, что бактериальная биомасса, и даже активный ил станций биологической очистки сточных вод, не менее эффективна при использовании в качестве белково-витаминных кормовых добавок в рационах питания животных, нежели кормовые дрожжи. Таким образом, для увеличе-

ния выработки продукции из барды следует отказаться от использования дрожжеподобных грибов в качестве продуцентов и перейти к использованию бактериальных ассоциаций. Такие ассоциации легко получить в Комбинированных сооружениях (КС) особой конструкции, имеющих признаки биофильтров и аэротенков-отстойников.

Получение кормовых белков на предприятиях пищевой промышленности основано на опыте проектирования, строительства и эксплуатации очистных сооружений канализации кондитерского цеха (см. фильм на сайте: <http://www.rniakh.com>. Раздел «Очистка концентрированных сточных вод»).

Технологическая схема очистки концентрированных сточных вод с расходом  $200 \text{ м}^3/\text{сут.}$ , концентрациями загрязнений по БПКп  $1200 - 1600 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$ , взвешенным веществам –  $1500 - 1800 \text{ мг}/\text{дм}^3$ , жирам –  $300 \text{ мг}/\text{дм}^3$  представлена на рис. 2.

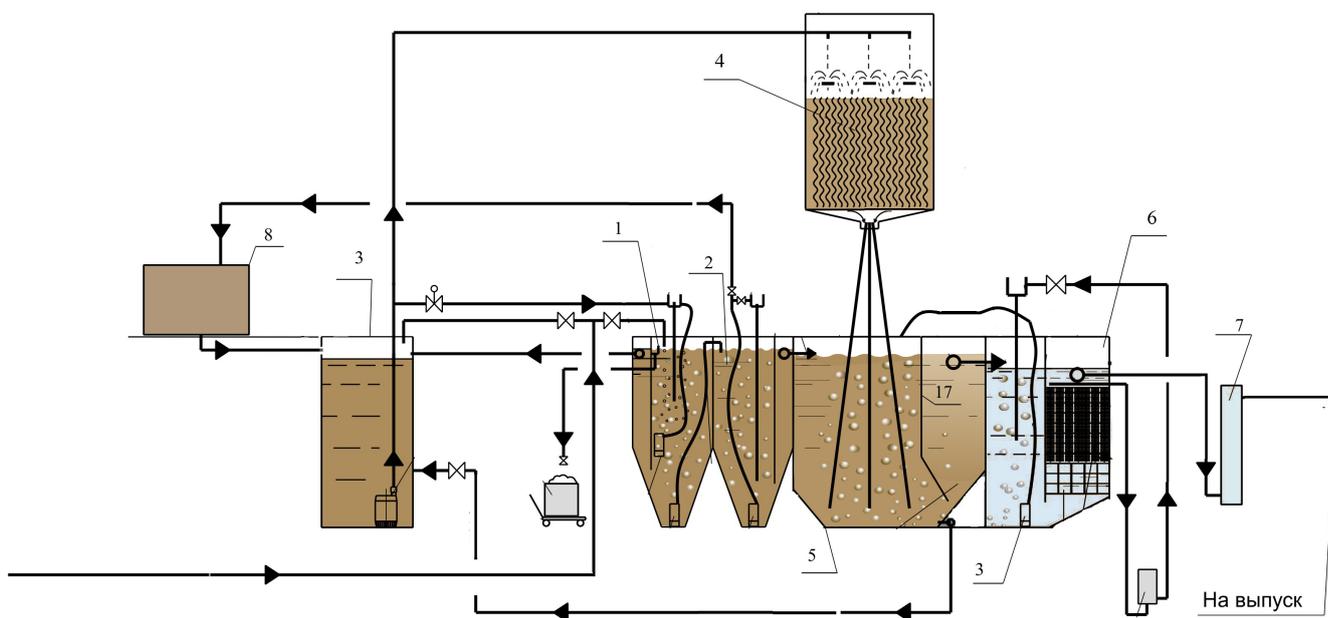


Рис. 2. Технологическая схема переработки жидких отходов кондитерского цеха.

Производственные воды предприятия после жироловок самотеком поступают в канализационную насосную станцию, откуда насосами подаются в Блок очистных сооружений.



Здание ОСК



Биокоагулятор и илоуплотнитель



Камера смешения с циркуляционными насосами



Биофильтр



Аэротенк-отстойник



Биореактор доочистки

Рис. 3. Очистные сооружения канализации кондитерского цеха.

Жидкие отходы вначале поступают в биокоагуляторы (1), куда автоматически подается также жидкость с избыточным активным илом (доза ила 4 - 6 г/дм<sup>3</sup>) из комбинированных сооружений. В биокоагуляторах происходит осаждение взвешенных веществ и за счет флотации отделение жиров (эффект до 70%), а также изъятие до 30% взвешенных и растворенных органических соединений за счет сорбционных свойств, выводимой активной биомассы.

Жидкость и избыточный ил (через соленоидный клапан, установленный на трубопроводе отвода циркулирующей жидкости) поступают в приемную камеру водоструйного аэратора, установленного в биокоагуляторе (1). В биокоагуляторе колонны опущены в камеру флокуляции, где происходит контакт активного ила с поступившей жидкостью. Продолжительность контакта ила с водой в камере флокуляции составляет 60 мин. За счет понижения температуры и флотации происходит всплывание остаточного жира. Из камеры флокуляции иловая смесь через расширительный конус поступает в отстойную зону (где образуется взвешенный слой осадка) и происходит разделение фаз. Отстоянная вода отводится по лоткам в комбинированные сооружения. Смесь осадка и ила осаждается в иловом приемке. Удаление осадка из приемки осуществляется насосом в илонакопитель (2). Илонакопитель оборудован циркуляционным насосом с водоструйным аэратором. В биокоагуляторе и илонакопителе за время пребывания 30 – 50 часов происходит дальнейшая трансформация сорбированных органических загрязнений. Всплывающие в камере флокуляции жиры (и др. загрязнения) отводятся в баки от-

бросов и затем периодически (по мере заполнения) вывозятся на свалку.

Из биокоагуляторов (1) частично осветленная жидкость самотеком поступает в камеру смешения КС (3). В камере смешения она смешивается с циркулирующей иловой смесью, поступающей из аэротенков-отстойников. Из камеры смешения смесь забирается циркуляционными насосами и подается в системы орошения биофильтров. Прошедшая через биофильтры (4) жидкость направляется сборными поддонами к аэрационным колоннам, в которых происходит засасывание воздуха ( $0,5 - 0,6 \text{ м}^3 / \text{м}^3$ ), вследствие возникновения вихревых воронок. Аэрационными колоннами водовоздушная смесь распределяется по аэрационной зоне аэротенков (5). Из зон аэрации иловая смесь поступает в зоны отстаивания, где она разделяется. Избыточный ил направляется в биокоагуляторы. Очищенная в КС вода собирается сборными лотками и направляется самотеком в биореакторы доочистки (6) с искусственной загрузкой. Из биореакторов очищенная вода поступает на установку УФ-обеззараживания (7). Избыточный активный ил накапливается в двух илонакопителях (3) и при помощи погружных насосов, установленных на дне илонакопителей, подается на обезвоживание в установку с мешочными фильтрами (8).

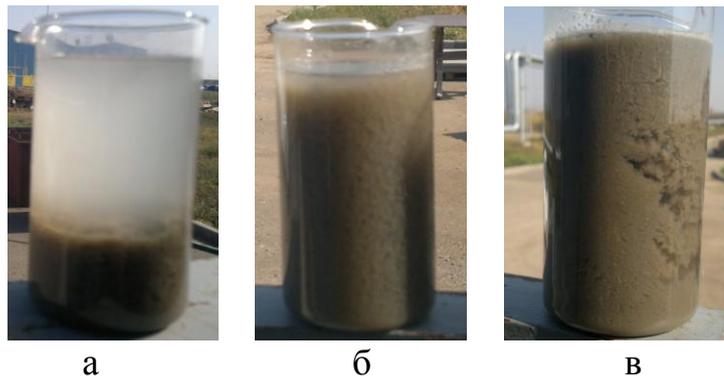


Рис. 4. Активный ил:  
а – биокоагулятор; б – аэротенк-отстойник; в - илонакопитель

Количество избыточного ила в соответствии с его приростом составляет по беззольной части  $0,6 \times 1200 \text{ мгБПК/л} = 720 \text{ мгБПК/л} \rightarrow 720 \text{ гБПК/м}^3$  или  $1000 \text{ гБПК/м}^3$  по сухому продукту. Суточное количество по сухому продукту составляет  $200 \text{ кгБПК/сут}$ . Удельные затраты электроэнергии составляют  $1,3 \text{ кВт/кгБПК}$ .

В связи с тем, что очистные сооружения расположены на расстоянии 40 м от производственных зданий, использованный воздух вентиляторами направляется в установку УФ-обеззараживания воздуха УОВ-4м-4,5 (фирма ООО «НПО ЭНТ» г. Санкт-Петербург). С помощью 12 озonoобразующих бактерицидных ламп, расположенных поперек потока проходящего воздуха, производится его обеззараживание и дезодорация.

При переходе на бактериальные продуценты (бражка, осадок спиртовых, крахмалло-паточных заводов, пивзаводов и т.д., потребуется экспери-

ментально уточнить: необходимо ли разбавлять барду перед подачей в КС или же достаточно полное изъятие органических веществ будет обеспечиваться без разбавления (поскольку это нежелательно, так как увеличивает затраты). Дело в том, что, исходя из концентрации растворенных органических веществ в барде и экономического коэффициента их преобразования в биомассу, ожидаемая концентрация естественного прироста биомассы составит 20-30 кг/м<sup>3</sup> по сухим веществам. Это намного превосходит реально достигнутые значения рабочей концентрации биомассы в серийных (эрлифтных) дрожжерастильных аппаратах при культивировании дрожжевых продуцентов — около 6-8 кг/м<sup>3</sup> по сухим веществам. Однако, следует принять во внимание, что удельная потребность дрожжевых продуцентов в кислороде на синтез биомассы значительно выше, чем у бактериальных ассоциаций, поскольку в дрожжевых ассоциациях преобладают облигатные аэробы, в то время как в бактериальных в сопоставимых количествах присутствуют и факультативные анаэробы, и микроаэрофилы, потребляющие очень мало кислорода. При этом сами бактериальные ассоциации и типы взаимоотношений между видами в них значительно разнообразнее, чем в дрожжевых ассоциациях, что также должно способствовать минимизации удельного потребления кислорода на синтез биомассы, а, следовательно, достижению более высокой концентрации биомассы в КС, чем при культивировании дрожжей в дрожжерастильных аппаратах. Другим подтверждением возможности культивирования бактериальных ассоциаций в КС при высоких рабочих концентрациях является то, что рабочая концентрация микроорганизмов в аппарате примерно в 30 раз превышает концентрацию естественного прироста биомассы (рассчитываемую исходя из содержания органических веществ в жидких отходах и удельного выхода биомассы). Это обеспечивается постоянным возвратом части биомассы, выделенной из суспензии, в КС. Это же создает возможность выделять биомассу из суспензии путем отстаивания. Следовательно, при переходе на культивирование бактериальных ассоциаций из состава оборудования будет возможно исключить дрожжевые сепараторы (дорогие и сложные в обслуживании), а также отказаться от очистки барды от взвешенных веществ. Ожидаемая концентрация суспензий после КС составит: при переработке меласно-спиртовой барды до 30 кг/м<sup>3</sup>, а для зерновой барды около 50 кг/м<sup>3</sup> (включая дробину); после сгущения в отстойной зоне можно ожидать удвоения концентрации (как это имеет место при отделении активного ила во вторичных отстойниках станций биологической очистки сточных вод). Дальнейшее концентрирование биомассы возможно с использованием центрифуг и фильтр-прессов до получения остаточной влажности ≈ 70%. При этом предварительно в сгущаемую суспензию добавляется флокулянт. Для обезвоживания осадка может использоваться дисковый шнековый обезвоживатель «Volute Dehydrator» фирмы «Amcon inc». Он обеспечивает обезвоживание избыточного ила с высоким удельным сопротивлением влаготдачи с концентрацией взвешенных частиц от 2000 мг/л до 35000 мг/л. Обезвоженный осадок имеет влажность 81% и меньше.

Развитие сети комбикормовых заводов, комбикормовых цехов на животноводческих предприятиях позволяет отказаться от наиболее дорогостоящего процесса – сушки полученной биомассы. В этом случае сгущенную или обезвоженную биомассу предлагается направлять на смешение с сухими кормами непосредственно в установках для приготовления комбикормовых смесей. Главным достоинством такого решения является сохранение ценности кормового белка. Вместе с тем при ориентации на развитие бактериальных ассоциаций возможен рост паразитарной микрофлоры. По нашему мнению, для предотвращения ее роста необходимо использовать озон на различных стадиях: озонаторные установки могут монтироваться в перекачивающих насосных станциях; озон может подаваться в илонакопители перед началом процесса обезвоживания и транспортировки биомассы. Повышенная концентрация озона в илонакопителях обеспечит также ингибирование биохимических процессов и, следовательно, сохранение ценности кормового белка.

Необходимость пересмотра конструкции и принципов создания процессов и аппаратов для переработки концентрированных жидких отходов пищевой промышленности признается в настоящее время во многих экономически развитых странах. При биотехнологической утилизации биомасса является таким же целевым продуктом, как и чистая вода. Поэтому разрабатываются режимы культивирования, позволяющие сочетать высокий экономический коэффициент выхода клеток с глубоким истощением субстрата. Подбираются и секционируются отдельные штаммы и сообщества микроорганизмов, удовлетворяющие поставленным требованиям.

Применение чистых монокультур или обогащенных культур целесообразно в случаях, когда на сточных водах можно культивировать продуценты антибиотиков, гормонов, аминокислот, ферментов, кормовой биомассы. Эти продукты должны окупать затраты на эксплуатацию систем утилизации. Культивирование смешанных естественно складывающихся сообществ более экономично, поскольку не требует асептических условий и дополнительных затрат на ведение чистой культуры.

Биотехнологическая утилизация концентрированных жидких отходов с использованием КС закладывает основу создания безотходных производств и позволяет получить дополнительное количество белково-витаминного концентрата для применения в птицеводстве и животноводстве, что позволит существенно повысить продуктивность в этих отраслях.

Активный ил, получаемый в КС, в основном образован биомассой одноклеточных организмов. По содержанию белка он близок к белково-витаминным концентратам (БВК), получаемым культивированием дрожжей рода *Candida* на различных субстратах (табл. 1).

Таблица 1.

Компонентный состав активного ила, полученного в КС и некоторых кормовых препаратов, %

Компоненты	Активный ил	БВК	Препарат КМБ-12	Мясо-костная мука	Рыбная обезжирен-	Подсолнечниковый шрот	Горох	Ячмень
Сухое вещество	87,4	88,5	93,0	91,8	94,0	87,0	87,0	87,0
Органическое вещество	61,8	80,2	54,3	58,9	68,3	81,0	84,4	84,0
Протеин	49,7	44,6	30,9	37,2	59,4	38,9	21,7	10,9
Жир	1,4	0,5	0,8	14,4	1,9	2,5	1,5	5,4
Клетчатка	9,5	1,5	6,6	-	-	15,2	4,3	5,2
БЭВ	39,4	53,4	61,7	48,4	38,7	43,4	72,5	78,5
Зола	15,6	8,3	38,7	32,9	25,7	6,0	2,6	3,0

В таблице 1 приведен состав активного ила, полученного в КС, при проведении пробного культивирования. По сравнению с биомассой кормовых дрожжей активный ил содержит меньше углеводов, жироподобных веществ, несколько больше золы. Сравнительный анализ илов, культивируемых на сточных водах различного происхождения, показал, что состав бактериальной биомассы практически постоянен и незначительно изменяется при разных режимах аэробной обработки. Встречающиеся в литературе противоречивые данные объясняются попаданием в активный ил взвешенных частиц из очищаемой жидкости, что изменяет химический состав илового осадка, но не состав содержащейся в нем бактериальной биомассы. Согласно таблице 2.1 активный ил или бактериальная биомасса аэробного сообщества мало отличаются по составу от БВК (белково-витаминный корм), во всяком случае, по содержанию главного компонента - протеина. По концентрации сухого вещества получаемый в КС активный ил сходен с кормовыми дрожжами и растительными кормами. По содержанию протеина ил превосходит мясокостную муку на 12,5%; подсолнечниковый шрот на 10,8; горох на 28; ячмень на 38,8; препарат КБМ на 18,8%. Содержание жира в иле близко к содержанию жира в рыбной обезжиренной муке, горохе. Количество безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ) в иле несколько уступает ячменю, гороху и кормовым дрожжам.

Критерием биологической ценности кормов является не только его химический состав, но и полноценность белка, наличие и концентрация витаминов, макро- и микроэлементов. Бактериальный протеин представляет собой полноценный по аминокислотному набору продукт. В таблице 2 приведен аминокислотный состав активного ила, кормовых дрожжей и говяжьего мяса. Сравнение показывает практически полное соответствие содержания незаменимых аминокислот в активном иле и мясе.

Таблица 2.

Аминокислотный состав активного ила, кормовых дрожжей и говяжьего мяса, % к белку

Аминокислоты	Активный ил	Кормовые дрожжи	Говяжье мясо
Аланин	6,35	-	6,40
Аргинин	6,73	3,6	6,60
Аспарагиновая	7,81	-	8,80
Валин	5,22	1,8	5,70
Гистидин	2,20	2,5	2,90
Глицин	5,14	-	7,10
Глутаминовая	12,68	-	14,40
Изолейцин	4,80	6,0	5,10
Лейцин	6,00	10,0	8,40
Лизин	7,08	6,0	8,40
Метионин	2,30	1,5	2,30
Серин	6,62	-	3,80
Тирозин	3,22	1,2	3,20
Треонин	3,74	2,7	4,00
Триптофан	1,31	1,9	1,10
Фенилаланин	4,58	1,4	4,00
Цистеин	1,38	1,3	1,4

По другим данным, на 1 г сухого вещества ила (25-47 % белка) приходится до 4,2 мг цистеина, 22,4 - лизина и гистидина, 14,6 - аргинина, 31,4 - аспарагиновой кислоты, 50,1 - глицина и глутаминовой кислоты, 10,8 - тирозина, 27,8 - метионина и валина, 26,5 мг фенилаланина.

Содержание витаминов, особенно витамина В12, в сухом активном иле довольно высокое и по некоторым показателям превышает их содержание в кормовых дрожжах (табл. 3).

Полноценный аминокислотный и богатый витаминный состав активного ила свидетельствует о его пригодности к использованию в качестве кормовой добавки.

Таблица 3.

Витаминный состав активного ила и кормовых дрожжей мкг из 1 грамма абсолютно сухого вещества (АСВ)

Витамины	Активный ил	Кормовые дрожжи
Тиамин В1	4-12	10-20
Рибофлавин, В2	5-100	43-127
Пиридоксин, В6	7-18	8-19
Цианкобаламин, В12	8-15	0,08
Ниацин, РР	15-58	215-256
Фолиевая кислота, В9	12-42	7-35

Активный ил от КС, перерабатывающих жидкие отходы пищевых производств, может содержать 40 - 55% белка по сухому веществу, а по аминокислотному составу он близок к мясу и соевой муке. Животными усваивается до 85 % вещества активного ила, их привесы такие же, что и при использовании традиционного белкового корма. Использование ила в количестве 3-5% к рациону крупного рогатого скота способно обеспечить прибавку в весе до 20%. Опыт работы комбинированных сооружений показал, что они могут функционировать при концентрации активной биомассы в аэрационной зоне до 6 г/л. Вместе с тем, при превышении расчетной концентрации биомассы снижаются до минимальных значений показатели растворенного кислорода. В этом случае рационально использовать дополнительно принудительную аэрацию (компрессоры). Для снижения энергозатрат в предлагаемых ферментерах целесообразно увеличивать удельный вес насадочной части в общем эффекте роста микрофлоры до 80 %. При этом энергетические затраты на стадию культивирования микроорганизмов, работу озонаторных установок, обезвоживание биомассы и обработку использованного воздуха не превысят 1,5 – 2 кВт/кг кормового белка по сухому веществу. Указанные показатели при использовании известных промышленных технологий, как правило, превышают 3 кВт ч/кг.

Активные илы, образующиеся при искусственной биологической переработке жидкой фазы отходов предприятий пищевой промышленности, в известной мере гарантированы от высокого содержания опасных веществ. Тем не менее, их прямое использование в качестве кормовых компонентов должно осуществляться под тщательным санитарным и ветеринарным контролем.

### **Раздел 2.1. Получение кормовых белков на спиртзаводах, пивзаводах, хлебозаводах, молзаводах, маслоэкстракционных, сахарных, дрожжевых и крахмалопаточных заводах**

Вопрос переработки барды сегодня становится не менее важной и экономически привлекательной задачей, чем производство самого спирта, пива, дрожжей, сахара и крахмала. Организация переработки барды в эффективный белково-витаминный продукт будет способствовать организации нового высокорентабельного бизнеса производства кормовых продуктов, спрос на которые в мире превосходит предложение.

Внедрение таких технологий на гидролизных, спиртовых, пивоваренных, сахарных, дрожжевых заводах позволит получать микробную биомассу, содержащую до 50% и более сырого протеина, что повысит рентабельность и прибыль. Увеличению массы протеина будет способствовать ввод биогенных добавок (азота и фосфора), необходимых для полного процесса изъятия и трансформации органического субстрата. Потребность в азоте в первом приближении может быть оценена из условия соблюдения соотношения 100БПК:5N. Соответственно потребность в фосфоре определяется из расчета 100БПК:1P. Для биогенной подпитки в качестве добавок следует принимать:

фосфорсодержащие реагенты - суперфосфат, ортофосфорную кислоту; азотсодержащие реагенты - сульфат аммония, аммиачную селитру, водный аммиак, карбамид; азот- и фосфорсодержащие реагенты - диаммонийфосфат технический, аммофос.

Далее полученную биомассу можно смешивать с кормами, получая сбалансированные по белкам и биогенным элементам комбикорма.

В частности, значительный прирост животноводческой продукции на Северном Кавказе в ближайшие годы можно достичь за счет восстановления спиртоводочного производства в республике Северная Осетия. В настоящее время хорошо оснащенные современным оборудованием заводы по производству спирта в республике находятся в стагнации.

Основной причиной снижения производства качественного спирта (низкое содержание сульфатов и хлоридов в исходной воде, использование зерновых культур) явилось отсутствие эффективно работающих систем канализования. Семь спиртовых заводов г.Беслана сбрасывали высококонцентрированные сточные воды (бражку) в р.Терек или на городские сооружения канализации, которые не справлялись с окислением такого количества органических загрязнений, что привело к их остановке. Использование имеющихся на заводах цехов для сушки барды резко увеличивало себестоимость продукции; энергозатраты на обезвоживание 1 м<sup>3</sup> бражки составляет свыше 60 кВт.

При наличии более экономичных и надежных установок с ферментерами новой конструкции из бражки спиртовых заводов г. Беслана можно при невысоких энергозатратах производить кормовые белки. Тем самым решается проблема утилизации органических веществ и в дальнейшем проблема очистки коммунальных и производственных сточных вод города.

Остаточная масса органических веществ промпредприятий города:

- от спиртзавода «Исток» масса органических веществ составляет примерно 48000 кгБПК<sub>п</sub> в сутки; общая масса барды - 468 тыс. т/год.

- от спиртзавода «Возрождение» при массе барды 39 тыс. т/год, масса органических веществ - 4000 кгБПК<sub>п</sub> в сутки.

- от спиртзавода «Ариана С» при массе барды 234 тыс. т/год - 24000 кгБПК<sub>п</sub> в сутки.

- от спиртзавода «Фаюр-Союз» при массе барды 234 тыс. т/год - 24000 кгБПК<sub>п</sub> в сутки.

- от БМК (Бесланский маисовый комбинат) при массе барды 300 тыс. т/год - 30000 кгБПК<sub>п</sub> в сутки.

- от спиртзавода «Салют Златоглавая» при массе барды 250 тыс. т/год; - 25000 кгБПК<sub>п</sub> в сутки;

Общее количество органических веществ от промпредприятий составляет 155000 кгБПК<sub>п</sub> в сутки - 56,6 тыс. т/год.

При установке на каждом предприятии ферментеров общая масса производимых кормовых белков и соответственно продукции животноводства составит примерно 20 тыс. т/год. Задача организации производства кормовых белков облегчается тем, что на каждом из выше указанных предприятий

имеются цеха для сушки барды, которые могут быть использованы для сушки белковой массы.

## **Раздел 2.2. Получение кормовых белков на перерабатывающих предприятиях пищевой промышленности**

С ростом объемов и загрязненности производственных вод возникла возможность прямого выделения их ценных компонентов с целью вторичного использования. В мясной, рыбной, молочной и кондитерской промышленности ценными компонентами вод являются жиры и белковые вещества. Доказано, что экономические показатели работы указанных производств могут быть значительно улучшены в результате утилизации компонентов жидких отходов.

Конструктивное устройство комбинированных сооружений обеспечивает эффективную переработку производственных вод, богатых углеродсодержащими соединениями, в качестве основы питательной среды для выращивания биомассы микроорганизмов (дрожжи, бактерии) кормового назначения.

Для переработки концентрированных вод в кормовые белки предлагаются многоступенчатые схемы с биокоагуляторами, илонакопителями и комбинированными сооружениями.

## **Раздел 2.3. Получение кормовых белков растительного происхождения**

Предлагается кормовые белки производить непосредственно на комбикормовых заводах, фермах КРС, свинокомплексах, птицефабриках из остатков грубых кормов, соломы, сена, целлюлозы и т.д. Далее полученную биомассу необходимо смешивать с кормами, получая сбалансированные по белкам комбикорма.

В связи с дефицитом кормовых белковых продуктов для животноводства большое значение приобретает использование для этих целей растительных отходов сельского хозяйства, в том числе и соломы.

Солома - возобновляемый источник сырья. Ее запасы исчисляются сотнями миллионов тонн. Имеются сведения о том, что использование соломы в качестве кормового продукта не только возможно, но и целесообразно, что обусловлено строением рубца крупного рогатого скота.

По калорийности солома мало уступает кормовому зерну. Общее количество полисахаридов в ней составляет 56,6%, но питательная ценность ее и поедаемость животными низкие в связи с тем, что содержание белка в ней составляет только 3 - 3,5%. В некоторых регионах солома является одним из основных видов грубых кормов и повышение ее кормовой ценности за счет обогащения белком микроорганизмов весьма важно в решении проблемы создания прочной кормовой базы в нашей стране.

Солома как исходный субстрат для получения микробного белка давно является одним из основных объектов исследования. Эти исследования проводятся одновременно по многим направлениям. Отсюда и многообразие перспективных вариантов использования лигноцеллюлозных отходов, к которым относится и солома.

Наиболее часто объектом исследований служит солома зерновых - массовый возобновляемый отход полеводства. В мире ежегодно производится около 350-400 млн. т. пшеничной соломы. В Азии более 500 млн. т. рисовой соломы используется в основном на топливо и стройматериалы.

Следует также указать на то, что солому трудно транспортировать, и поэтому создание установок малой мощности наиболее перспективно, поскольку позволяет обеспечить кормовым продуктом животноводческие фермы, находящиеся в нескольких километрах от них.

Целесообразно создавать установки мощностью примерно от 0,5 до 5 т соломы в сутки.

При подготовке соломы в качестве сырья для получения кормового продукта следует учесть, что солома всех зерновых культур плохо поддается уплотнению и поэтому ее трудно прессовать для перевозки и хранения. В прессованной соломе может развиваться различного рода инфекция: грибная, дрожжевая, бактериальная, поэтому следует предусмотреть особые условия, исключающие заражение и разрушение соломы в процессе ее хранения. Известно, что при влажности соломы менее 7,5% развитие плесени в прессованной соломе исключено, а до 15% - сильно подавлено.

В последнее время разрабатываются способы хранения, предохраняющие солому от развития в ней бактериальных и грибных культур, а также от грызунов (мышей, крыс и др.), разрушающих солому и наносящих ущерб качеству в процессе хранения.

Интересен способ биодеградациии соломы некондиционным энзиматическим фильтратом *Trichoderma viride* при 45°C, при котором за сутки из пшеничной соломы освобождается 15,4% сахаров. А при дополнительном удалении лигнина с помощью 2% NaOH (120°C, 30 мин) высвобождается до 70% сахаров.

Солому, предварительно измельченную и пропаренную, можно использовать для прямого культивирования различных микроорганизмов, которые разлагают целлюлозу соломы до моносахаров за счет своих ферментных систем.

Ферментативный гидролиз соломы по сравнению с кислотным имеет ряд преимуществ: реакция ферментализа проходит в мягких условиях, без использования дорогостоящего оборудования и без разложения образовавшихся сахаров.

Целлюлозные комплексы ферментов часто обнаруживаются в культуральных фильтратах микроорганизмов, и их препараты с успехом используются для практических целей. К микроорганизмам, продуцирующим большие количества фермента, гидролизующего нерастворимую целлюлозу, от-

носятся некоторые представители родов *Trichoderma*, *Chrysosporium*, *Penicillium*, *Fusarium* и др.

Ферменты, выделяемые грибами и бактериями, используются как для обработки кормов, так и с целью подготовки осахаренных субстратов для выращивания микроорганизмов - продуцентов белка. Широко применяются ферменты из *Trichoderma* и *Aspergillus*.

Многие исследователи предлагают использовать культуральную жидкость активных целлюлолитических штаммов термотолерантных грибов (*Trichoderma reesei*) непосредственно для воздействия на субстрат без затрат на выделение и концентрацию целлюлозного фермента.

Известен способ получения микробного белка из соломы путем культивирования гриба *Penicillium janthinellum*, отличающегося высокой скоростью роста и накапливающего биомассу на минеральной среде, содержащей 2 % соломы. При культивировании данного микроорганизма значительно уменьшалось содержание целлюлозы и гемицеллюлозы в субстрате и в 5 раз возрастало содержание сырого протеина.

Отечественными учеными проверено более 100 культур микроскопических грибов при росте на нативной соломе и соломе, обработанной паром. При выращивании мицелиальных грибов на нативной соломе содержание биомассы самых активных продуцентов было 10 г/л при содержании белка в продукте от 14 до 21%. Наилучшие результаты получены для гриба *Trichoderma lignorum*.

При увеличении содержания соломы в среде от 10 до 30 г/л увеличивается прирост биомассы, но содержание белка в ней при этом уменьшается в 2,5 раза в связи, с чем можно сделать вывод, что при глубинном культивировании мицелиальных грибов на соломе содержание последней в минеральной среде нельзя увеличивать выше 2%.

Известно, что в природе микроорганизмы существуют в виде сообществ различных популяций, тесно связанных между собой и способных утилизировать различные, сложные субстраты, малопригодные для монокультуры. Ассоциации культур широко используются и при разложении целлюлозы.

Установлено, что дополнительная инокуляция дрожжами среды с целлюлозой, предварительно засеянной грибом *Tr. viride*, сократило время максимального синтеза целлюлозы с 13 до 10 сут.

По-видимому, в условиях ассоциации целлюлолитические бактерии, грибы и их спутники могут взаимно обеспечивать друг друга недостающими витаминами и другими факторами роста.

Для того чтобы проявилось стимулирующее действие совместного культивирования микроорганизмов на образование биологически активных соединений, важны не только виды микроорганизмов, но и количественное соотношение культур и последовательность их введения в зону ферментации.

По-видимому, переработка соломы и других лигноцеллюлозных источников ассоциациями культур микроорганизмов является одним из наиболее перспективных направлений в микробиологической биоконверсии растительного сырья в белковые корма.

Субстрат - продукты переработки соломы с добавками биогенных элементов (азота, фосфора, калия) подается в ферментеры предлагаемой конструкции. Далее суспензия микроорганизмов после сгущения направляется сразу же в цеха подготовки кормов свинокомплексов, птицефабрик, ферм КРС и т.д.

### Раздел 3. Конструктивное устройство ферментеров

Технологическая схема процесса получения кормовых белков зависит от состава и концентрации органических примесей и соотношения биогенных элементов в обрабатываемой жидкости. На рис. 5. Представлена трехступенчатая схема ферментера с концентрацией органических веществ по БПК до 5000 мг/л.

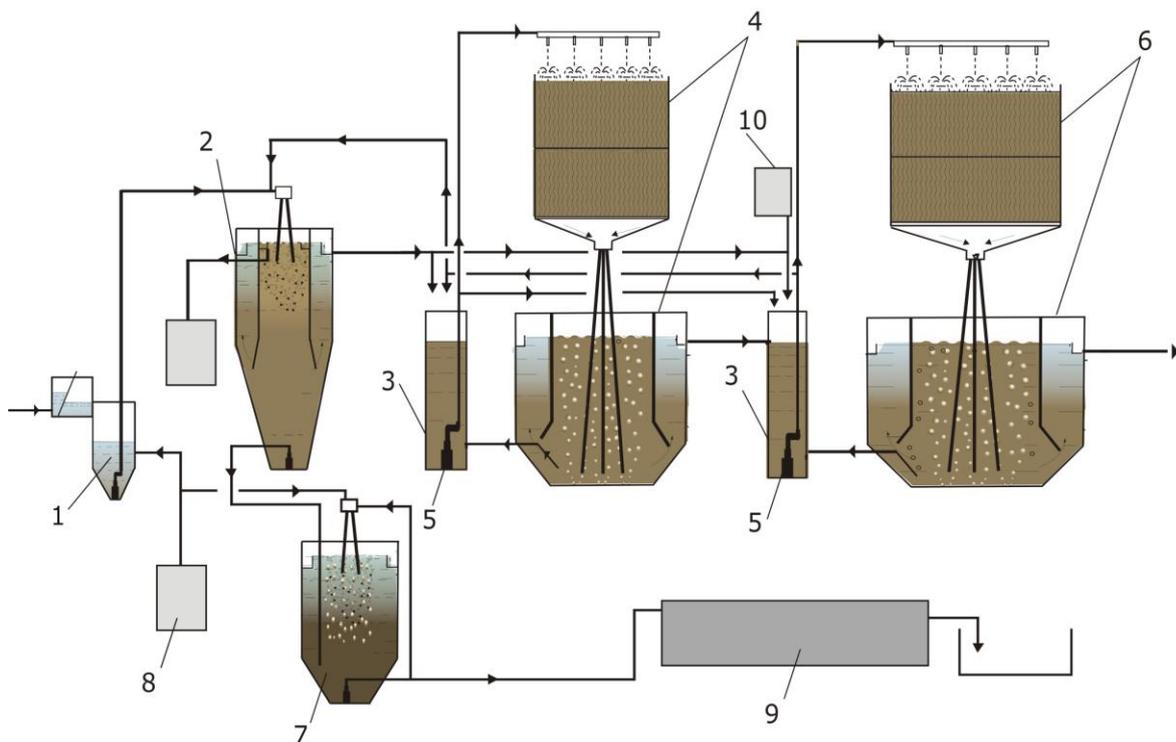


Рис.5. Технологическая схема ферментера

При обработке производственных вод с содержанием органических загрязнений по БПК до 5000мгО<sub>2</sub>/л и взвешенных веществ до 1500мг/л. Жидкость после предварительной механической очистки направляется в приемную камеру насосной станции(1), где осуществляется их контакт с озоном для уничтожения и предотвращения роста паразитарной микрофлоры. Затем жидкость перекачивается в приемную камеру водоструйного аэратора биокоагулятора-флотатора(2), в котором осуществляется осаждение взвешенных

веществ на 50-70%, изъятие растворенных органических загрязнений выводимым избыточным илом (10-20%), частичное усреднение органических нагрузок, рН и флотационное отделение всплывающих веществ. Пена отводится через лоток в пеносорбник. Затем осветленная жидкость направляется в камеру смешения (3) КС-1 (4), где с помощью циркуляционного насоса (5) осуществляется многократная циркуляция иловой смеси через биофильтр и аэротенк-отстойник. Загрузка биофильтров КС-1,2 может выполняться из шаровидных элементов (рис. 6) или гофрированных керамических пластин (рис. 7).

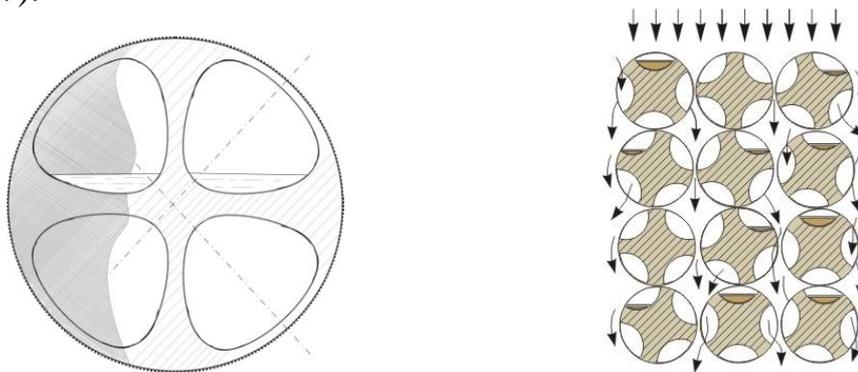


Рис. 6. Вид шаровидной керамической загрузки

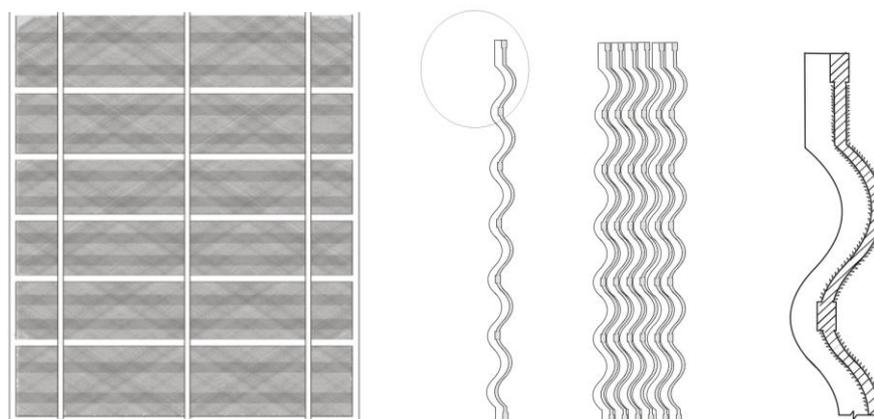


Рис. 7. Вид гофрированной керамической загрузки

Включение в состав материала соединений металлов повышает электрокинетический потенциал адсорбционного слоя материала. Электростатическое притяжение способствует иммобилизации колоний микроорганизмов. Каркас из утолщений в виде параллельных и продольных полос и продольных полос с выступающими волнистыми перегородками (рис. 6) обеспечивает прочность конструкции при увеличении веса нарастающего слоя биомассы (до 10 мм). На величину слоя прикрепленной микрофлоры прямое воздействие оказывает шероховатость в виде выступов (0,1 – 1,5 мм). В связи с тем, что биоценоз в биофильтрах (насадочных колоннах) более устойчив к перегрузкам органическим субстратом и обладает более высокой окислительной способностью (скоростью роста микроорганизмов), а также исходя из усло-

вия минимизации энергетических затрат рекомендуется при конструировании насадочной части КС расчетный эффект сорбции и трансформации органического субстрата принимать равным 60 – 80 %. В КС-1 (4) при высоких нагрузках на активную биомассу происходит сорбция и трансформация 40-60% органических веществ. Изъятие и переработка остальной массы органических загрязнений производится в дальнейшем в КС-2 (6) при средних нагрузках на биомассу. Предусмотрена подача ила из КС-2 в КС-1 (для стабилизации биохимического процесса при перегрузках ила в КС-1) и подача ила из КС-1 в КС-2 для регенерации перегруженной биомассы. В производственных водах пищевой и перерабатывающей промышленности сырья растительного происхождения недостаток биогенных элементов (азота и фосфора) колеблется в среднем от 10 до 30 %. Соответственно, эффективность биохимических процессов колеблется в пределах 70 – 90 %. Концентрация азота в исходной жидкости достаточна для протекания биохимических процессов в биокоагуляторе и КС-1. Поэтому предусмотрена подача в камеру смешения (3) КС-2 растворов минеральных добавок (азота и фосфора) из реагентной установки (10). При высокой концентрации органических веществ в производственных водах и дозе ила в аэрационной зоне КС от 3 до 6 г/л комбинированный способ аэрации (пленочное и водоструйное насыщение ила кислородом воздуха) дополняется мелкопузырчатой пневматической аэрацией. При использовании ферментеров новой конструкции для переработки высококонцентрированного органического субстрата с БПК до 30000 – 50000 мг/л технологическая схема дополняется КС-3 и т.д.

В биокоагуляторах (2) агломерация хлопьев ила и части поступившего органических веществ осаждается и перекачивается в илонакопитель (7), который одновременно является и илоуплотнителем. В 7 с помощью водоструйной или пневматической аэрации осуществляется подача кислорода воздуха для завершения биохимических процессов трансформации сорбированного органического субстрата. Предусматривается периодический ввод озона от озонатора (8) в илонакопитель перед подачей сгущенного ила в установку для механического обезвоживания осадка (9) - дисковый шнековый обезвоживатель. Тем самым ингибируется биохимический процесс и предотвращается временное развитие паразитарной микрофлоры. Обезвоженная биомасса (влажностью 80 %) направляется на комбикормовые заводы, где ее компаундируют с сухими кормами и используют в рационе питания животных. В ряде случаев, рационально смешивать биомассу с сухими пищевыми отходами и кормовыми добавками непосредственно на предприятиях, получая гранулированные корма.

#### **Раздел 4. Пути внедрения программы по получению кормовых белков. Инвестиции**

Опыт многолетних исследований и производственных испытаний процессов получения кормовых белков ОАО «ГосНИИсинтезбелок», опыт про-

ектирования и строительства сложных систем биохимической очистки ООО Фирма «Экосистема-Н», накопленный опыт исследований биохимических процессов в Южном Федеральном Университете (ЮФУ) и Кубанском Государственном Университете (КубГУ), опыт в разработке конструкций установок, автоматизации процессов и наличие мощной экспериментальной базы Донского государственного технического университета (ДГТУ), разрабатываемые в Институте физики прочности и материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук (ИФПМ СО РАН) технологии и оборудование для интенсификации биологических процессов электрофизическими методами позволяют в кратчайшие сроки организовать изготовление и испытание нового типа ферментеров непосредственно на спиртзаводах, пивзаводах, крахмалопаточных заводах, сахарных заводах.

**Спиртзаводы.** Сущность предложения заключается в обработке барды (БПК до 50000 мг/л) на первой ступени в биокоагуляторах-флотаторах, далее органические вещества обрабатываемой жидкости используются в ферментерах для получения микробиальной массы. Затем смесь отстаивной воды и остальных производственных вод обрабатываются в КС I, II и III ступени очистки. Обезвоженная биомасса используется при приготовлении кормовых смесей.

**Технико-экономические показатели:** снижение в 3 раза энергетических затрат на переработку барды для получения ценных кормовых белков, сокращение площади застройки и санитарно-защитной зоны в 2 раза, автоматизация технологических процессов и снижение эксплуатационных затрат. При этом введение дешевых биогенных добавок (азота и фосфора) увеличивает выход ценной продукции.

Стоимость конструирования и изготовления установки, в состав которой входят устройство для подготовки субстрата; ферментер на базе КС; устройство обезвоживания (шнековый фильтр) – **9 450 000 руб.** (см. Приложение)

Изготовление экспериментальной керамической загрузки – **930 000 руб.**

Стоимость процесса получения штаммов для ферментера – **930 000 руб.**

Исполнители: ГосНИИсинтезбелок, ЮФУ, КубГУ, ООО Фирма «Экосистема-Н», ДГТУ, ИФПМ СО РАН, фирма по производству керамических изделий.

Стоимость реактивов для проведения исследований и анализов – **930 000 руб.**

Стоимость передвижной лаборатории на базе FIAT DUKATO – **3 800 000 руб.**

Зарплата научных специалистов и вспомогательного персонала и командировочные расходы в течение года – **6 200 000 руб.**

Итого: **22 240 000 руб.**

Срок изготовления конструкторской документации – 2 мес.

Срок изготовления, комплектации и монтажа установки на объекте – 3 мес.

Срок вывода установки на технологический режим и проведения исследований – 3 – 6 мес.

**Сахарные заводы.** Сущность предложения заключается в обработке

производственных вод с высоким содержанием органических загрязнений на первой ступени в биокоагуляторах-флотаторах, далее органические вещества обрабатываемой жидкости с биогенными добавками используются в ферментерах для получения микробиальной массы. Обезвоженная биомасса используется для получения кормовых белков. В связи с сезонностью работы сахарных заводов в технологической схеме предусматриваются аккумулирующие емкости и секционирование КС.

**Технико-экономические показатели:** снижение в 3 раза энергетических затрат на обработку производственных вод для получения кормовых белков; надежность и автоматизация технологических процессов; использование очищенной воды на технические нужды заводов. При этом введение дешевых биогенных добавок (азота и фосфора) увеличивает выход ценной продукции.

Стоимость конструирования и изготовления установки, в состав которой входят устройство для подготовки субстрата; ферментер на базе КС; устройство обезвоживания (шнековый фильтр) – **9 450 000 руб.** (см. Приложение)

Изготовление экспериментальной керамической загрузки – **930 000 руб.**

Исполнители: ГосНИИсинтезбелок, ЮФУ, КубГУ, ООО Фирма «Экосистема-Н», ДГТУ, ИФПМ СО РАН, фирма по производству керамических изделий.

Стоимость процесса получения штаммов для ферментера – **930 000 руб.**

Исполнители: ЮФУ и КубГУ.

Стоимость реактивов для проведения исследований и анализов – **930 000 руб.**

Зарплата научных специалистов и вспомогательного персонала и командировочные расходы в течение года – **6 200 000 руб.**

Итого: **18 440 000 руб.**

Срок изготовления конструкторской документации – 2 мес.

Срок изготовления, комплектации и монтажа установки на объекте – 3 мес.

Срок вывода установки на технологический режим и проведения исследований – 3 – 6 мес.

**Пивзаводы.** Сущность предложения заключается в обработке производственных вод на первой ступени в биокоагуляторах-флотаторах, далее органические вещества жидкости используются в ферментерах для получения микробиальной массы в КС I и КС II. Обезвоженная биомасса используется для получения кормовых белков.

**Технико-экономические показатели:** снижение в 3 раза энергетических затрат на очистку производственных вод для получения кормовых белков; надежность и автоматизация технологических процессов; использование очищенной воды на технические нужды заводов.

Стоимость конструирования и изготовления установки, в состав которой входят устройство для подготовки субстрата; ферментер на базе КС; устройство обезвоживания шнековый фильтр) – **9 450 000 руб.** (см. Приложение)

Изготовление экспериментальной керамической загрузки – **930 000 руб.**

Стоимость процесса получения штаммов для ферментера – **930 000 руб.**

Исполнители: ГосНИИсинтезбелок, ЮФУ, КубГУ, ООО Фирма «Экосистема-Н», ДГТУ, ИФПМ СО РАН и фирма по производству керамических изделий. Стоимость реактивов для проведения исследований и анализов – **930 000 руб.** Стоимость передвижной лаборатории на базе FIAT DUKATO – **3 800 000 руб.** Зарплата научных специалистов и вспомогательного персонала и командировочные расходы в течение года – **6 200 000 руб.**

Итого: **22 240 000 руб.**

Срок изготовления конструкторской документации – 2 мес.

Срок изготовления, комплектации и монтажа установки на объекте – 3 мес.

Срок вывода установки на технологический режим и проведения исследований – 3 – 6 мес.

**Молзаводы.** Сущность предложения заключается в обработке производственных вод на первой ступени в биокоагуляторах-флотаторах, далее органические вещества жидкости используются в ферментерах для получения микробиальной массы в КС. Обезвоженная биомасса используется для получения кормовых белков.

**Технико-экономические показатели:** снижение в 3 раза энергетических затрат на очистку производственных вод для получения кормовых белков; надежность и автоматизация технологических процессов.

Стоимость конструирования и изготовления установки, в состав которой входят устройство для подготовки субстрата; ферментер на базе КС; устройство обезвоживания шнековый фильтр) – **9 450 000 руб.** (см. Приложение)

Изготовление экспериментальной керамической загрузки – **930 000 руб.**

Стоимость процесса получения штаммов для ферментера – **930 000 руб.**

Исполнители: ГосНИИсинтезбелок, ЮФУ, КубГУ, ООО Фирма «Экосистема-Н», ДГТУ, ИФПМ СО РАН и фирма по производству керамических изделий.

Стоимость реактивов для проведения исследований и анализов – **930 000 руб.**

Зарплата научных специалистов и вспомогательного персонала и командировочные расходы в течение года – **6 200 000 руб.**

Итого: **18 440 000 руб.**

Срок изготовления конструкторской документации – 2 мес.

Срок изготовления, комплектации и монтажа установки на объекте – 3 мес.

Срок вывода установки на технологический режим и проведения исследований – 3 – 6 мес.

**Дрожжевые и крахмалопаточные заводы.** Сущность предложения заключается в обработке производственных вод на первой ступени в биокоагуляторах-флотаторах, далее органические вещества жидкости используются в ферментерах для получения микробиальной массы в КС I и КС II. Обезвоженная биомасса используется для получения кормовых белков.

**Технико-экономические показатели:** снижение в 3 раза энергетических затрат на очистку производственных вод, получение кормовых белков; автоматизация технологических процессов; использование очищенной воды на тех-

нические нужды заводов.

Стоимость конструирования и изготовления установки, в состав которой входят устройство для подготовки субстрата; ферментер на базе КС; устройство обезвоживания шнековый фильтр) – **9 450 000 руб.** (см. Приложение)

Изготовление экспериментальной керамической загрузки – **930 000 руб.**

Стоимость процесса получения штаммов для ферментера – **930 000 руб.**

Исполнители: ГосНИИсинтезбелок, ЮФУ, КубГУ, ООО Фирма «Экосистема-Н», ДГТУ, ИФПМ СО РАН и фирма по производству керамических изделий.

Стоимость реактивов для проведения исследований и анализов – **930 000 руб.**

Стоимость передвижной лаборатории на базе FIAT DUKATO – **3 800 000 руб.**

Зарплата научных специалистов и вспомогательного персонала и командировочные расходы в течение года – **6 200 000 руб.**

Итого: **22 240 000 руб.**

Срок изготовления конструкторской документации – 2 мес.

Срок изготовления, комплектации и монтажа установки на объекте – 3 мес.

Срок вывода установки на технологический режим и проведения исследований – 3 – 6 мес.

**Хлебозаводы.** Сущность предложения заключается в обработке производственных вод на первой ступени в биокоагуляторах-флотаторах, далее органические вещества жидкости используются в ферментерах для получения микробиальной массы в КС. Обезвоженная биомасса используется для получения кормовых белков. При этом введение дешевых биогенных добавок (азота и фосфора) увеличивает выход ценной продукции.

**Технико-экономические показатели:** снижение в 3 раза энергетических затрат на очистку производственных вод для получения кормовых белков; надежность и автоматизация технологических процессов.

Стоимость конструирования и изготовления установки, в состав которой входят устройство для подготовки субстрата; ферментер на базе КС; устройство обезвоживания шнековый фильтр) – **9 450 000 руб.** (см. Приложение)

Изготовление экспериментальной керамической загрузки – **930 000 руб.**

Стоимость процесса получения штаммов для ферментера – **930 000 руб.**

Исполнители: ГосНИИсинтезбелок, ЮФУ, КубГУ, ООО Фирма «Экосистема-Н», ДГТУ, ИФПМ СО РАН и фирма по производству керамических изделий.

Стоимость реактивов для проведения исследований и анализов – **930 000 руб.**

Зарплата научных специалистов и вспомогательного персонала и командировочные расходы в течение года – **6 200 000 руб.**

Итого: **18 440 000 руб.**

Срок изготовления конструкторской документации – 2 мес.

Срок изготовления, комплектации и монтажа установки на объекте – 3 мес.

Срок вывода установки на технологический режим и проведения исследований – 3 – 6 мес.

**ВСЕГО: 122 040 000 руб.**

В результате полупроизводственных испытаний в течение года будут получены расчетные параметры, отработаны технологические режимы, подготовлены рекомендации по проектированию и эксплуатации ферментеров и организовано массовое внедрение установок непосредственно на предприятиях пищевой промышленности. Вместе с тем при наличии опыта ГосНИИ-синтезбелок, ЮФУ, КубГУ, ООО Фирма «Экосистема-Н» на данном этапе для ускорения процесса внедрения новых ферментеров при организационной помощи Министерства сельского хозяйства возможно проектирование и строительство производственных ферментеров. Ферментеры могут быть размещены на следующих объектах:

- Компания «АМИЛКО» (г. Миллерово, Ростовская область) - предприятие по глубокой переработке зерна кукурузы и выпуску различных видов крахмалов, сахаристых продуктов, высокобелковых кормов.
- Барнаульский пивзавод (г. Барнаул) - предприятие по производству пива и безалкогольных напитков.
- Компания «ОЧАКОВО-ЮГ» (г. Краснодар) - предприятие по производству пива и безалкогольных напитков.
- ЗАО «Кореновский МКК» (г. Кореновск) – молочно-консервный комбинат.
- ОАО «Кореновсксахар» - предприятие по переработке сахарной свеклы.
- ООО фирма «Калория» (ст. Стародеревянковская, Краснодарский край) - предприятие, производящее свыше 270 видов молочных продуктов, более 130 видов хлебобулочных и кондитерских изделий.
- ООО «Хлебозавод Юг Руси» (г. Ростов-на-Дону).
- Сахарный завод (п. Целина, Ростовская область).
- Выселковский сахарный завод - ЗАО «Кристалл», является частью холдинга «Агрокомплекс». Переработка сахарной свеклы в т/сутки: 3 600 (ст. Выселки, Выселковский район, Краснодарский край)
- ОАО «Сахарный завод «ЛЕНИНГРАДСКИЙ» - крупнейшее предприятие отрасли (ст. Ленинградская, Ленинградский район, Краснодарский край)
- ЗАО «Успенский сахарник» (с. Успенское-1, Успенский р-н, Краснодарский край).
- ЗАО "ПИНО" - предприятие по производству пива и безалкогольных напитков (г. Новороссийск, Краснодарский край)
- ООО "Александровский спиртзавод №14" (г. Пенза).
- ОАО "Ибренькрахмалпатока" (дер. Ибрень, Рязанская область).
- Спиртзаводы г. Беслана (Управление Республики Северная Осетия-Алания по регулированию алкогольного рынка, г. Владикавказ, Республика Северная Осетия-Алания).

## Приложение

№/№	Наименование оборудования	Количество	Стоимость (руб.)	Примечание
1	Усреднительная емкость	1	315000	
2	Блок комбинированных сооружений	2	1575000	
3	Загрузка керамическая		945000	
4	Датчики и преобразователи	12	756000	
5	Программная среда разработки	1	126000	
6	Программное обеспечение	4	378000	
7	Микропроцессорная система управления	1	1575000	Экспертная система управления
8	Система диспетчеризации и мониторинга	1	630000	С реализацией системы удаленного доступа
9	Шнековый обезвоживатель	1	1260000	
10	Акустическая система	2	1575000	Акустические преобразователи и генератор УЗК
11	Сертификация	-	315000	
<b>ИТОГО:</b>				<b>9450000</b>

## Авторы программы

ООО Фирма «Экосистема-Н»

Адрес: 344010, г. Ростов-на-Дону, ул. Текучева, 207.

Тел./факс 8(863)251-53-65, м/т 89185541539, e-mail: ekosistema@niiakh.com

Генеральный директор, патентообладатель Колесников Владимир Петрович

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Адрес: 105005, г. Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1

Тел. 8(499)263-6092, м/т 8(916)5544460, e-mail: kbsflot@mail.ru;

borisflot@mail.ru

Заведующий отделом НИИЭМ МГТУ им. Н.Э.Баумана

Ксенофонтов Борис Семенович, д.т.н., профессор

Кубанский государственный университет

Адрес: 350040, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149

Биологический факультет, кафедра генетики, микробиологии и биотехнологии 8(861)235-35-36, м/т 89094496499, e-mail: sashokas@yandex.ru

Худокормов Александр Александрович, к.б.н., доцент.

Донской государственный технический университет

Адрес: 344000, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1

м/т 89185064022, e-mail: wertep@aanet.ru

Декан факультета «Машиностроительной технологии и оборудования», Кочетов Андрей Николаевич, к.т.н., доцент

Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук (ИФПМ СО РАН)

Адрес: 634055, г. Томск, просп. Академический, 2/4

Тел. 8(3822)30-37-05, 49-16-04, e-mail: pktb23@mail.ru

Отдел инновационного развития

лаборатория инновационных технологий (ЛИТ ОИР)

Цхе Александр Алексеевич, гл. специалист