

Секция 5.

**Экологическая направленность в малоэтажном
домостроении.**

Водоснабжение, утилизация отходов

ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ КОМПАКТНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВЫСОКОКОНЦЕНТРИРОВАННЫХ СТОКОВ ПРЕДПРИЯТИЯ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Амброзова Г.Т.

*Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет
(Сибстрин), г. Новосибирск*

Компактная установка производительностью 300 м³/сут предназначена для очистки высококонцентрированных стоков предприятия пищевой промышленности. На этом предприятии производственная канализация служит для отвода стоков от цехов основного производства, стоки от санузлов, душевых, прачечной, столовой отводятся по хозяйственно-бытовой канализации. Оба вида стоков поступают на установку с высоким коэффициентом неравномерности, который зависит от графика работы производственных цехов, режима работы столовой, прачечной и пользования душем. Канализационная сеть, транспортирующая производственные и бытовые стоки, имеет небольшую протяженность, в общей сложности не превышающую 500 метров. Стоки из производственных цехов поступают в насосную станцию производственных стоков, а бытовые стоки в насосную станцию хозяйственно-фекальных стоков. Далее они откачиваются в резервуар-усреднитель.

Технология очистки стоков и обработки осадков

Технологическая схема очистки стоков и обработки осадков представлена на (рис. 1). Резервуар-усреднитель выполняет несколько функций: усреднение стоков по расходу и составу, корректировку стоков по pH и гомогенизацию органических веществ. Ввод щелочи позволяет исключить запах на стадии механической очистки, так как при значении pH 9-9,5, которое поддерживается в усреднителе, весь сероводород находится в растворимой форме. Далее сточная жидкость откачивается на барабанное сито, имеющей по всей поверхности барабана отверстия с диаметром 0,8 мм. Освобожденная от крупных органических включений сточная жидкость самотеком поступает во флотатор. Флотатор работает в напорном режиме, 30 % технической воды, насыщенной воздухом при давлении 5-7 бар, способствует освобождению сточной жидкости от коллоидных частиц, удаление которых обычным отстаиванием невозможно. Водо-воздушная смесь подается через диффузоры в трех точках по дну флотатора. Осветленная сточная жидкость из флотатора самотеком поступает в резервуар осветленных стоков, а далее также самотеком направляется в биореактор, работающий в режиме контактной стабилизации.

В биореакторе последовательно протекает несколько процессов: денитрификация, аэробное окисление органических веществ в аэробных условиях, нитрификация, отстаивание и слив. Процесс денитрификации протекает в период запуска сточной жидкости в биореактор. На стадии денитрификации или восстановления нитритов и нитратов до NO, N₂O или N₂ одновременно осуществляется процесс окисления органических веществ в бескислородных условиях. На этой стадии в условиях острого дефицита кислорода факультативные бактерии используют для дыхания связанный кислород нитритов и нитратов. На этом этапе очистки стоков концентрация растворенного кислорода поддерживается на уровне 0-0,5 мг/л. Концентрация растворенного кислорода, температура и объем иловой смеси в биореакторе замеряются стационарно установленными датчиками с передачей показаний на дисплей, расположенный в диспетчерской.

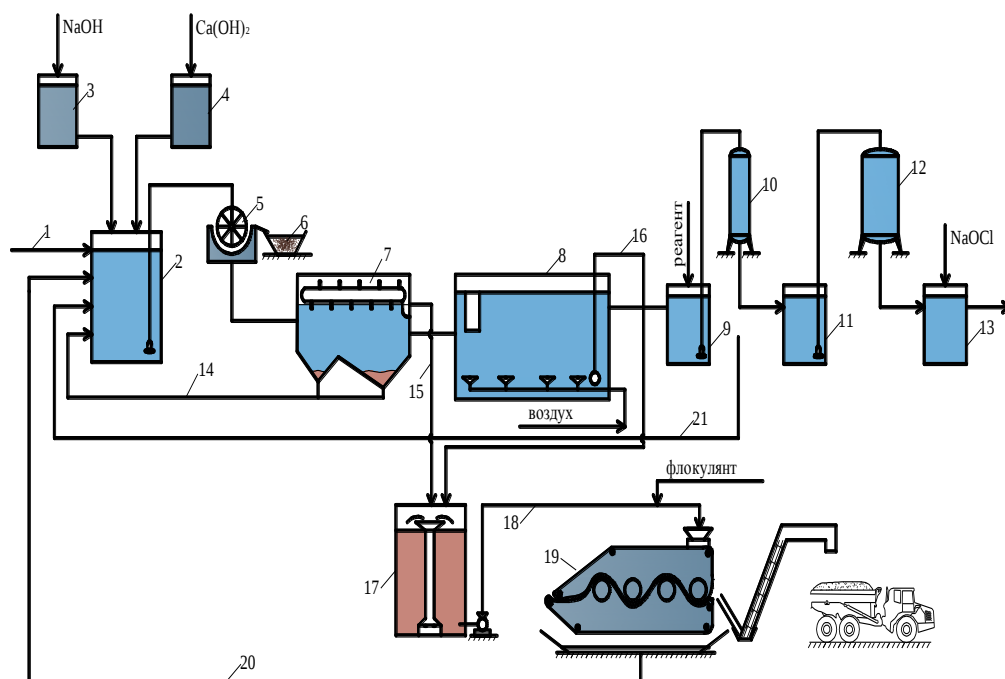


Рис. 1. Технологическая схема очистки высококонцентрированных производственных стоков предприятия пищевой промышленности.

1 – смесь производственных и бытовых сточных вод; 2 – резервуар-усреднитель; 3 – бак приготовления щелочи; 4 – бак приготовления извести; 5 – барабанное сито; 6 – емкость для приема отбросов из барабанного сита; 7 – флотатор; 8 – биореактор; 9 – резервуар биологически очищенных стоков; 10 – песчаный фильтр; 11 – резервуар доочищенных стоков; 12 – угольные фильтры; 13 – резервуар очищенных стоков; 14 – осадок из флотатора; 15 – пена из флотатора; 16 – избыточный активный ил; 17 – аэробный стабилизатор; 18 – стабилизированный осадок; 19 – фильтр-пресс для обезвоживания осадка; 20 – фильтрат; 21 – промывная вода песчаных фильтров.

Перемешивание поступающей сточной жидкости и иловой смеси, находящейся в биореакторе, производится в режиме пульс-пауз. Режим предполагает периодическое включение воздухоподогревателя на кратковременный период работы. Воздухоподогреватель включается в работу через каждые 10 минут, период работы воздухоподогревателя устанавливается в программе настроек на 30, 60 или 90 секунд. Главным при выборе периода работы воздухоподогревателя является поддержание концентрации растворенного кислорода на минимально возможном уровне. На стадии денитрификации для восстановления окисленной формы азота (NO^{2-} и NO^{3-}) используется только часть органических веществ, поступающих со сточной жидкостью, остальная окисляется в период работы биореактора в режиме аэробного окисления органических веществ.

После завершения процесса денитрификации наступает период окисления в аэробных условиях органических веществ, неостребованных на стадии денитрификации. В этот период концентрация растворенного кислорода в биореакторе поддерживается на уровне 2-2,5 мг/л, благоприятном для поддержания максимальной скорости окисления органических веществ в аэробных условиях. Воздухоподогреватель также работает в периодическом режиме, однако включается в работу при достижении концентрации растворенного кислорода 2 мг/л и выключается при повышении до 2,5 мг/л. Процесс окисления органических веществ завершается при снижении БПК_{пол} до 15-20 мг/л и далее начинается процесс нитрификации.

На стадии нитрификации концентрация растворенного кислорода поддерживается на уровне 3-4 мг/л. Воздуходувка также работает в периодическом режиме и включается при концентрации растворенного кислорода 3 мг/л, а выключается при достижении 4 мг/л. В ходе эксплуатации установки подмечено, что при отключении воздуходувки при значении 4 мг/л какое-то время концентрация растворенного кислорода в иловой смеси постепенно увеличивается и может достигать 4,15-4,25 мг/л, затем в течение 10-30 секунд сохраняется неизменной и начинает снижаться медленно или быстро, в зависимости от концентрации ранее поступивших загрязнений. После завершения последнего цикла биологической очистки стоков (нитрификации) наступает период отстаивания иловой смеси. В программе настроек денитрификация продолжается 4 часа, аэробное окисление и нитрификация 6 часов, отстаивание и слив сточной жидкости по 1 часу. Итого за сутки совершается два полных цикла по 12 часов, из них слив производится только два часа.

Выпуск сточной жидкости из биореакторов осуществляется в резервуар биологически очищенных стоков, а затем насосами подается на песчаный фильтр. По проекту был принят двухслойный фильтр пропускной способностью 10 м³/ч. Загружен песком фракцией 0,4-0,8 мм и гидроантрацитом фракцией 1,6-2,5 мм. Общая высота рабочей загрузки 1,4 м, поддерживающий слой высотой 0,2 м фракцией 4-6 мм. Промывка фильтра принята водяная с интенсивностью 9 л/м²*ч. Для промывки фильтра проектом предусмотрено использование биологически очищенной сточной жидкости после биореакторов. Сточная жидкость после фильтра сбрасывается в резервуар-накопитель и далее закачивается в фильтры, загруженные активированным углем.

Угольные фильтры предназначены для удаления трудно растворимых органических веществ (в основном лигнина-естественного биополимера), которые невозможно удалить биологическим путём. Перед сбросом стоков в водоём (рыбо-хозяйственный II категории) сточная жидкость обеззараживается гипохлоритом натрия (NaOCl) при начальной дозе 3 мг/л по активному хлору. Контакт сточной жидкости и хлорной воды, вводимой насосом-дозатором, осуществляется в приемном резервуаре насосной станции, откачивающей стоки с территории предприятия в водоём.

Проектная технологическая схема обработки осадка представлена следующим образом. Пена после флотатора и избыточный активный ил из биореактора загружаются в аэробный стабилизатор. Причём, пена загружается во время работы флотатора (8 часов в сутки), а избыточный активный ил во время слива биологически очищенной сточной жидкости (2 часа в сутки), когда концентрация осевшего активного ила имеет максимальные значения. Аэробный стабилизатор оборудован эрлифтом для насыщения стабилизируемого осадка кислородом. Для обезвоживания стабилизированного осадка предусмотрен ленточный фильтр-пресс «KLEIN», работающий с флокулянт. Приготовление флокулянта происходит на установке в автоматическом режиме. Доза вводимого флокулянта находится в пределах 1,5-3 кг на т обезвоживаемого осадка. Обезвоженный осадок выгружается в накопительную емкость (тележку) и периодически вывозится на полигон твердых бытовых отходов.

В целом компактная установка работает в периодическом режиме: при откачке сточной жидкости из резервуара-усреднителя работают барабанное сито, флотатор, осветленная сточная жидкость заполняет биореакторы. Далее после завершения всего цикла биологической очистки, заканчивающегося сливом биологически очищенной сточной жидкости, в работу включаются фильтры песчаные и угольные. Аэробный стабилизатор работает в непрерывном режиме, выгрузка стабилизированного осадка на фильтр-пресс производится два раза в сутки, каждый раз по 2 часа непрерывной работы.

Проектные недоработки

После детального изучения проектной документации по компактной установке был выявлен ряд технологических недостатков, часть из которых была устранена эксплуатацией. Ниже приводится перечень основных проектных недоработок и пути их устранения.

В состав компактной установки включено по одному сооружению (резервуар-усреднитель, резервуар осветленных стоков, резервуар биологически очищенных стоков, песчаный фильтр, резервуар доочищенных стоков, аэробный стабилизатор) и по одному оборудованию (барабанное сито, флотатор, фильтр-пресс). Любые профилактические или ремонтные работы, требующие больших затрат времени, вынуждают выключать очистные сооружения из работы. Если производственные цеха работали в обычном режиме, то поступающие стоки приходилось вывозить ассенизационными машинами на специальные полигоны. Это увеличивает эксплуатационные затраты, связанные с вывозом стоков автотранспортом и размещением этих стоков на полигоне твердых бытовых отходов, а также дестабилизирует работу сооружений биологической очистки, которые не получают необходимой питательной подпитки. Эту проектную недоработку устранить невозможно, поэтому все профилактические и ремонтные работы эксплуатация очистных сооружений приурочивает к плановым остановкам основного производства.

Мало того, что резервуар-усреднитель принят один, но он ещё имеет малые размеры, его вместимость не превышает четырёхчасового приёма стоков. Обычно резервуары-усреднители рассчитываются с учётом графика притока сточной жидкости на очистные сооружения, в среднем их объём равен 18-20 часовому усреднению стоков. Для предприятия, имеющего высокий коэффициент часовой неравномерности, как по притоку сточной жидкости, так и поступлению загрязнений, недостаточный объём резервуара-усреднителя практически не решает проблемы сокращения требуемых объёмов сооружений. При этом не решается вопрос стабилизации работы комплекса по очистке сточных вод, особенно биореакторов, наиболее чувствительного к изменению нагрузки по органическим загрязнениям. Строительство дополнительного резервуара-усреднителя запланировано на период капитальной реконструкции объекта, намеченной на ближайшие годы.

К сожалению, не предусмотрены резервуары-накопители растворов, образующихся при санитарной обработке технологического оборудования. Эти растворы помимо высокой концентрации органических веществ, удаляемых из технологического оборудования, содержат моющие и обеззараживающие средства. При попадании на очистные сооружения канализации свежих моющих растворов нарушается работа биореакторов и аэробных стабилизаторов, последние подвержены влиянию в большей степени, так как они имеют намного меньшие размеры и принимают высококонцентрированную пену. С течением времени в этих растворах активность обеззараживающих средств теряется, и они могут малыми порциями срабатываться на очистные сооружения. Строительство резервуаров – накопителей также запланировано на период капитальной реконструкции объекта, намеченной на ближайшие годы.

Отбросы, удаляемые из барабанного сита представлены в основном водой и крупными органическими включениями, которые собираются в ёмкость и вывозятся на полигон твердых бытовых отходов. С целью сокращения эксплуатационных затрат на вывоз крупных включений автотранспортом, оплату размещения этих отходов, а также сохранения от загрязнения окружающей среды, предложено снимаемые отбросы измельчать в мацераторе и возвращать в резервуар-усреднитель. Реконструкция этого узла также запланирована на период капитальной реконструкции объекта, намеченной на ближайшие годы.

В проекте было указано снижение фосфора с 20-40 мг/л до 2 мг/л на стадии механической и биологической очистки. Однако анализ принятой проектом технологии очистки сточной жидкости показал, что снизить фосфор на 90-95 % невозможно только за счёт его использования на синтез биомассы в биореакторах. Рассмотрим это на примере. Примем средний фактический прирост активного ила равным 500-600 мг/л, примем также среднюю долю фосфора в клетке микроорганизмов равной 1-2 % от массы сухого вещества клетки. Тогда получается, что на синтез новых клеток требуется всего лишь 5-12 мг/л фосфора. Таким образом, при поступлении в биореакторы фосфора в количестве 20-40 мг/л после биореактора его концентрация понизится за счёт использования на синтез биомассы только до 15-28 мг/л. Предложена и в настоящее время реализована технология снижения основной массы фосфора на стадии усреднения стоков путем дозирования извести в резервуар-усреднитель [1]. Количество вводимой извести обеспечивает связывание основной части фосфатов с известью в трудно растворимую соль ортофосфорной кислоты $[\text{Ca}_5\text{OH}(\text{PO}_4)_3]$. Остаточная концентрация фосфора после флотатора поддерживается в пределах 7-14 мг/л, что обеспечит необходимое количество фосфора для нормальной работы биореактора. Подмечено, что ввод извести в резервуар-усреднитель позволяет снизить концентрацию сульфатов в поступающей сточной жидкости с 50-90 мг/л до 7-25 мг/л.

Согласно проектным данным для промывки песчаного и угольного фильтров предложено использовать биологически очищенную сточную жидкость после биореакторов. Действительно, такой вариант экономит эксплуатационные затраты, так как не требуются затраты на доочистку стоков, которые потом будут использованы для промывки фильтров. Однако при этом не учтено следующее. В процессе эксплуатации биореакторов возможно нарушение их работы по разным причинам: в результате «вспухания» активного ила или его гибели, снижения качества очистки из-за залпового сброса органических загрязнений на сооружения биологической очистки, невозможности своевременной откачки избыточного активного ила из биореакторов, приводящей к повышению уровня стояния активного ила в момент слива сточной жидкости и многое другое. Вынос частиц активного ила из биореакторов может быть столь значительным, что такая техническая вода, используемая для промывки фильтра, явится источником загрязнения его рабочей загрузки. Например, при развитии в биореакторе процесса «вспухания» активного ила вынос ила может достигать 50-100 мг/л. Промывка фильтра водой даже с меньшей концентрацией исключает получение в фильтрате концентрации взвешенных веществ 2 мг/л. Рекомендовано использовать для промывки профильтрованную сточную жидкость, Произведен демонтаж насосов в резервуаре биологически очищенных стоков с перенесением их в резервуар доочищенных стоков.

Проектная схема предусматривала возврат промывной воды песчаного фильтра, содержащей мелкие частицы активного ила и песка, в резервуар осветленных стоков с последующей их закачкой в биореакторы, оборудованные мембранными аэраторами. Длительная эксплуатации по такой схеме сокращает сроки службы дорогостоящих аэраторов, имеющих размеры пор 30-50 мкм, из-за их засорения. Рекомендовано промывную воду фильтра сбрасывать в резервуар-усреднитель, при этом часть минеральных частиц будет задерживаться на барабанном сите, часть окажется в аэробном стабилизаторе и далее по цепочке будет обезвреживаться на фильтр-прессе.

Принятая проектом технология доочистки стоков по фосфору не обеспечивает снижение фосфора до ПДК (0,2 мг/л) при введении хлорного железа из-за высокой концентрации фосфора, поступающего из биореактора. После биореактора концентрация фосфора, как уже указывалось ранее, составляет примерно 15-28 мг/л. Для получения необходимого эффекта реагент требуется вводить в соотношении по массе $\text{P}:\text{Fe}^{3+} = 1:(1,5-2)$. Хлорное железо неплохой реагент, он относится к одному из самых актив-

ных, содержит хлор, способен не только связывать фосфор в труднорастворимое соединение (FePO_4), но и предотвращать образование биопленки на фильтрующей загрузке. Однако при высокой концентрации фосфора, поступающего на фильтр, доза вводимого реагента должна составлять для рассматриваемого случая 22,5-56 мг/л. В этом случае остаточная концентрация железа (в пересчёте на Fe^{3+}) в очищенной сточной жидкости всегда будет превышать ПДК на сброс в водоём (0,1 мг/л). Во избежание ухудшения качества очистки стоков рекомендовано заменить хлорное железо на сернокислый алюминий $[\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3]$ или ОХА. В сочетании с предварительным связыванием фосфора известью на стадии усреднения сточной жидкости это дает хороший результат.

Для двух угольных фильтров не предусмотрена система регенерации загрузки. В процессе эксплуатации после исчерпания обменной ёмкости фильтр будет работать как обычный зернистый фильтр, предназначенный для задержания взвешенных веществ, а трудноокисляемые органические вещества (в основном лигнин) будут сбрасываться в водоём. Лигнин не удаляется биологическим путем в биореакторах, его можно удалить только окислителями (озоном, пероксидом водорода, хлором), либо реагентами (известью, сернокислым алюминием, ОХА). К сожалению, вопрос удаления из сточной жидкости лигнина на этом объекте пока остается не решенным.

Часто встречающиеся нарушения в работе компактной установки

Длительное наблюдение за работой компактной установки и поиск оптимального технологического режима позволили выявить целый ряд возможных нарушений в её работе. Ниже приводится перечень наиболее часто повторяющихся нарушений и способов их устранения.

На очистные сооружения поступает практически не аммонифицированная сточная жидкость. Так, концентрация аммонийного азота в поступающих на очистку производственных стоках не превышает 0,6 мг/л, в то время как на синтез биомассы активного ила требуется минимум 25-30 мг/л при приросте избыточного ила 500-600 мг/л. Это обстоятельство естественно отражается на снижении скорости окисления органических веществ в биореакторах. Только по этой причине продолжительность обработки сточной жидкости в биореакторах составляет около 7 суток. Следует признать, что при такой концентрации достичь в очищенной сточной жидкости предельно-допустимую концентрацию аммонийного азота (0,4 мг/л), установленную для сброса в рыбо-хозяйственный водоём, довольно просто. Для городских стоков глубокая аммонификация сточной жидкости протекает в канализационных сетях, поэтому средняя продолжительность обработки сточной жидкости в аэротенках составляет 6-8 часов. Предполагается, что устройство резервуаров-усреднителей больших размеров может помимо усреднения расхода и состава сточной жидкости отчасти решить проблему её аммонификации.

Частым нарушением в работе барабанного сита является засорение отверстий жиром и органическими частицами. Это объясняется двумя причинами: недостаточной гомогенизацией органических частиц, связанной с ограниченным временем пребывания сточной жидкости, в резервуаре-усреднителе и его промывкой холодной водой. После включения дополнительного узла по подогреву до 60°C технической воды, используемой для промывки, сито стало работать стабильно.

Флотатор, работающий с высоким давлением в сатураторе (6-7 атм) и повышенным расходом циркуляционной воды, обеспечивает очень высокий эффект изъятия взвешенных веществ из сточной жидкости, в результате в биореакторах формируются облегченные «хлопочки» активного ила с неудовлетворительными седиментационными свойствами. Это провоцирует повышенный вынос активного ила из биореакторов и

увеличивает число промывок песчаного фильтра. По этой причине в процессе эксплуатации постоянно отслеживается качество поступающей сточной жидкости и регулируется подача в сатуратор технической воды и воздуха.

«Вспухание» активного ила относится к самому часто повторяющемуся нарушению в работе биореакторов. «Вспухание» может быть вызвано многими причинами: залповым сбросом органических загрязнений, повышенной эффективностью работы флотатора, чрезмерной интенсивностью аэрации в биореакторах, длительной работой биореактора в режиме острого дефицита кислорода, массовой гибелью активного ила, вызванной поступлением токсичных стоков, подпиткой активного ила в биореакторах углеводами (сахаром или лимонной кислотой) во время вынужденной или запланированной остановки производственных цехов, длительной работой биореактора при низких значениях фосфора и pH. В процессе эксплуатации по возможности своевременно исключаются все случаи, провоцирующие развитие процесса «вспухания» активного ила.

Очень часто в биореакторах наблюдается дефосфатирование сточной жидкости либо из-за чрезмерной аэрации активного ила, либо из-за острого дефицита кислорода. В первом случае это происходит в результате длительной аэрации сточной жидкости, поступившей с небольшим количеством органических загрязнений, приводящей к самоокислению бактериальных клеток и выходу наружу их содержимого. Во втором случае при остром дефиците O_2 начинается перестройка микроорганизмов с аэробного дыхания на анаэробное сбраживание и микроорганизмы освобождаются от части фосфора, использованного ими в аэробных условиях на синтез молекулы АТФ. Усугубление этих нарушений предупреждается путём своевременной корректировки программы настройки технологического режима работы биореакторов.

Очень часто активный ил в биореакторах погибает из-за поступления даже небольшого количества сточной жидкости, содержащей моющие и дезинфицирующие средства. После чего активный ил может восстанавливаться в зависимости глубины поражения в течение 3-4 недель. Наличие культиваторов для выращивания активного ила на производственных стоках позволило бы в течение короткого времени восстановить активный ил и стабилизировать работу биореакторов. На этом объекте под культиваторы предполагается выделить емкости, которые будут высвобождены при проведении капитальной реконструкции компактной установки. В настоящее время в качестве культиватора используется емкость около 1 м^3 , подпитка активного ила осуществляется как сточной жидкостью, так и концентрированными отходами производства.

Серьёзным нарушением в работе комплекса по очистке сточных вод является интенсивное развитие в биореакторах процесса денитрификации во время отстаивания иловой смеси, особенно это характерно для летнего периода, когда температура сточной жидкости может достигать $27-34^{\circ}\text{C}$. Процесс денитрификации сопровождается массовым всплыванием на поверхность биореакторов активного ила и его выноса на песчаный фильтр. В связи с этим было принято решение: в период, предшествующий отстаиванию, иловую смесь насыщать растворённым кислородом до предельно возможной концентрации (7-8 мг/л). Это мероприятие не решает проблему полностью, но сглаживает её остроту [2].

В самом начале эксплуатации компактной установки была выявлена серьёзная проблема, связанная с её ограниченной пропускной способностью. Суть этой проблемы заключалась в следующем. Расчётная проектная пропускная способность установки составляла $300\text{ м}^3/\text{сут}$. При двух работающих биореакторах каждый должен обрабатывать $150\text{ м}^3/\text{сут}$. Если полный цикл в биореакторе протекает за 12 часов, то каждую смену из биореактора за час должно отводиться 75 м^3 . Что запроектировано фактически: пропускная способность фильтра $10\text{ м}^3/\text{час}$, объём резервуара биологически очищенных сто-

ков 30 м^3 , итого пропускная способность узла выпуска сточной жидкости из биореактора на песчаный фильтр составляет $40 \text{ м}^3/\text{ч}$. Увеличить пропуск стоков через этот узел за счёт увеличения продолжительности слива сточной жидкости из биореактора (например, слив осуществлять 2 ч, вместо 1 ч) не представлялось возможным по двум причинам. Во-первых, нитрифицированный активный ил, находясь в течение трёх часов (1 час до слива и 2 часа в период слива) без доступа кислорода, будет подвергаться сильнейшей денитрификации с массовым его всплыванием на поверхность биореакторов. Во-вторых, при длительном нахождении активного ила в анаэробных условиях создаются благоприятные условия для развития процесса дефосфатирования, сопровождающегося обогащением сточной жидкости фосфором. В-третьих, при достаточно высокой температуре сточной жидкости ($27\text{-}34^\circ\text{C}$), которая поддерживается в тёплый период года, длительное нахождение в анаэробных условиях активного ила приводит к качественному изменению его свойств, иногда перерождающемуся во «вспухание» активного ила. Первоначально эта проблема была решена путем увеличения фракции рабочей загрузки фильтра с 0,6-0,8 мм до 1,6-2,5 мм. К сожалению, практика показала, что такой вариант не приемлем, так как это приводит к прохождению через крупную загрузку кристалликов ортофосфорной кислоты, которые образуются после введения реагента, дозирование которого производится в резервуар биологически очищенных стоков. Проблема была решена путем увеличения резервуара биологически очищенных стоков вдвое за счёт имеющего резервного резервуара и замены фильтра на фильтр с большей пропускной способностью. Во вновь смонтированном однослойном фильтре предусмотрена песчаная загрузка фракцией 0,6-1,2 мм и предусмотрена водовоздушная промывка.

С позиции сегодняшнего дня явным недостатком проекта является отсутствие датчиков контроля группы азота (аммонийного, нитритов и нитратов), фосфора как в биореакторах, так и на всех этапах очистки сточной жидкости. Наличие датчиков контроля группы азота, с помощью которых включаются и выключаются воздухоподогреватели, позволило бы исключить нежелательные отклонения этих показателей от ПДК. Установка датчиков намечена на период проведения капитальной реконструкции очистных сооружений канализации.

В ходе наблюдения за работой вновь смонтированного песчаного фильтра удалось установить интересную закономерность, позволяющую определить качество промывки фильтрующей загрузки [3]. Так, при идеальной промывке концентрация фосфора после фильтра снижается на 0,3-1,5 мг/л, при нормальной промывке она остается неизменной, при некачественной промывке концентрация фосфора после фильтра увеличивается на 0,3-2 мг/л. При обнаружении некачественной промывки фильтр промывается в ручном режиме, а затем переводится в автоматический режим.

В аэробном стабилизаторе насыщение сточной жидкости кислородом производится эрлифтом, диффузор которого находится на высоте примерно 1 м от дна. Практика эксплуатации показала, что эрлифт не только повреждает механически стабилизируемый осадок, но малоэффективен по насыщению иловой смеси кислородом. Более того, при критическом снижении уровня осадка в стабилизаторе его насыщение кислородом прекращается. Концентрация растворенного кислорода в этом сооружении, как правило, составляет 0,5-1 мг/л, что явно недостаточно для аэробных процессов. Осадок практически не уплотняется даже при его концентрации 6-8 г/л из-за его сильной диспергации. Замена системы распределения воздуха на средне-пузырчатую аэрацию намечена на период проведения капитальной реконструкции компактной установки.

Частым нарушением работы фильтр-пресса является сползание осадка с ленты и скапливание осадка, проникающего через поры фильтровальной ленты под последними валиками. Факторов, вызывающих неудовлетворительную работу фильтр-пресса, дос-

точно много. Прежде всего, это недостаток или избыток вводимого флокулянта, использование старого флокулянта, некачественная промывка верхней и нижней лент из-за засорения форсунок или недостаточного давления подаваемой технической воды, затирание фильтровальных лент, низкое значения pH обезвоживаемого осадка и наличие в нём большого количества мелких некоагулированных частиц. Накопленные в процессе эксплуатации знания основных причин нарушения работы фильтр-пресс позволяют эксплуатации исключать их повторения путем своевременного проведения профилактических работ.

В таблице приводятся данные по эффективности работы компактной установки по усредненным годовым данным, поступающей и очищенной сточной жидкости за 2016 год.

Показатели поступающей и очищенной сточной жидкости

№	Показатель	Значение показателей сточной жидкости		
		поступающая	очищенная	ПДК при сбросе в водоём
1.	Взвешенные вещества, мг/л	2100-2600	0-0,5	2
2.	БПК _{пол} , мг/л	2300-2700	2.5-3.5	3
3.	ХПК	3200-4500	30-40	30
4.	Группа азота:			
	азот общий, мг/л	120-160	-	-
	аммонийный азот, мг/л	0,2-0,6	0,04-0,15	0,4
	нитриты, мг/л	отсутствуют	0,05-0,08	0,08
	нитраты, мг/л	отсутствуют	15-28	28
5.	Сульфаты, мг/л	50-90	7-25	58
6.	Фосфор (по Р), мг/л	20-40	0,2-0,4	0,2
7.	Хлориды, мг/л	50-70	50-70	80
8.	ПАВ, мг/л	10-20	0,25-0,35	0,41
9.	Жиры, мг/л	50-100	отсутствуют	отсутствуют
10.	Активная реакция (pH)	4,5-5,5	7,5-8,5	6,5-8,5
11.	Температура, °C	20-40	20-35	не более 40

Как видно из таблицы, качество очистки практически по всем показателям отвечает ПДК, исключение составляет показатель по ХПК, значение которого всегда выше нормы, что обусловлено наличием в стоках остаточной концентрации трудно растворимых органических загрязнений (лигнина). По другим показателям, например, взвешенным веществам, аммонийному азоту, сульфатам ПАВ значения показателей намного ниже ПДК. ПАВ представлены в основном сапонами, которые относятся к естественным вспенивателям, которые при концентрации 0,41 мг/л не образуют пены в водоёме при любой волне.

Вывод. После устранения большей части имевшихся проектных недоработок компактная установка способна обеспечить требуемую степень очистки стоков при их сбросе в рыбо-хозяйственный водоём I или II категории. Предстоящая в ближайшие 2-3 года капитальная реконструкция компактной установки позволит значительно стабилизировать её работу.

Литература

1. Пат. 2593877 Российская Федерация, МПК С 02 F 9/04, С 02 F 1/58, С 02 F 101/10, С 02 F 103/28, С 02 F 103/32. Способ очистки сточной жидкости от фосфатов и сульфатов [Текст] / Г.Т. Амбросова, Е.Н. Матюшенко, К.П. Гавриленко, М.Ю. Немшилова, К.А. Разгоняева.; заявитель и патентообладатель НГАСУ (Сибстрин). – № 2014144829/05; заявл. 05.11.2014; опубл. 10.08.2016, Бюл. № 22. – 9 с.
2. Амбросова Г.Т. Сравнительная оценка применяемых методов удаления фосфора из сточной жидкости / Г.Т. Амбросова, А.А. Функ, С.Д. Иванова, Ш. Ганзориг // Водоснабжение и санитарная техника. – 2016, №2. – С. 25–36.
3. Ambrosova G. T., Matyushenko E. N., Funk A. A. «On the question of reduction of phosphates». 8th International Conference on Contemporary Problems of Architecture and Construction, Yerevan, 26–28 October, 2016. (0,75 п.л.).

СИСТЕМА НИЗКОСКОРОСТНОГО ОЧАГОВОГО КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ «СИКО»

*Бурдин С. Г., Ларина Т. Н., Николаенко С.В., Шигабутдинов Э. Р.
Общество с ограниченной ответственностью «ИнТех», Белгород*

Введение

Полив растений является определяющим фактором для получения хорошего урожая в течение всего цикла развития растений (вегетационного периода) от посева семян и посадки клубней до созревания урожая.

В настоящее время для овощных и плодово-ягодных культур применяются, в основном, три вида полива:

- **Дождевание**, при котором вода разбрызгивается в виде дождя над поверхностью почвы и растениями. Является самым распространённым видом полива благодаря дешевизне и простоте. Однако при таком орошении вода расходуется неэкономно, значительное количество, как правило, тратится впустую;
- **Внутрипочвенный полив**, при котором вода поступает непосредственно к корням растений по проложенным в почве трубам. Является весьма эффективным по расходу воды и удобрений. Но он дорог, требует серьезных затрат при эксплуатации, поэтому малоприменим на частных садовых участках;
- **Капельный полив**, при котором вода подводится к растениям с помощью специальных капельных лент или трубок со скоростями 1-6 л/час. Отличается высокой эффективностью использования оросительной влаги и жидких удобрений, что позволяет не только снизить расход воды в 3 – 5 раз по сравнению с дождеванием, но и существенно повысить урожайность.

Полив в форме дождевания до последнего времени являлся доминирующим в садах, огородах и дачах жителей России. Сегодня, на смену ему приходят новые, более экономичные и эффективные виды орошения, основным из которых является капельное. Системы капельного полива благодаря своей экономичности, простоте эксплуатации и ряду других преимуществ занимают сейчас первое место в мире по объемам роста и приобретают всё большую популярность в нашей стране.

В докладе представлено инновационное решение в области полива – система очагового капельного орошения «СИКО». В ней, благодаря использованию запатентованных технических решений, обеспечиваются малые скорости капельного орошения от 0.15 л/час, позволяющие реализовать высокоэффективные дневные поливы овощных и ягодных культур длительностью 6 -10 часов. За счет этого достигается устойчивое увлажнение прикорневой зоны растений в течение дня, минимизация площади поверхностного пятна промачивания и, соответственно, вредного испарения. В результате может быть достигнуто дополнительное повышение урожайности на 20-40 % по отношению к существующим классическим системам капельного орошения и обеспечена дополнительная (в 1,5...2 раза) экономия воды и удобрений.

1. Система очагового капельного орошения «СИКО»

1.1. Основные принципы построения и функционирования «СИКО»

Система построена по модульному принципу. В ее состав могут входить функционально независимые базовые модули СИКО на 30 или 60 растений-абонентов, включающие в себя: специально оборудованную накопительную емкость (бак с крыш-

кой) объемом от 20 л; распределительный трубопровод из ПВХ трубки, к которому с помощью тройников или крестовин подсоединяются узлы подачи воды к растениям, состоящие из дозаторов и микротрубок длиной 33 – 35 см, соединенных между собой полимерной термоусадочной трубкой; фитинги для подключения трубопроводов к емкости. Микротрубка обеспечивает подачу воды в прикорневую зону каждого растения.

Заполнение накопительной емкости происходит через поплавковый клапан налива (предотвращающий переполнение емкости), подсоединенный к магистральному трубопроводу, который через механический кран или управляемый таймером электро-механический клапан подключаются к источнику водоснабжения (водопровод, скважинный насос, центральная накопительная емкость).

После заполнения накопительной емкости автоматически включается сифонный узел, и вода через объемный фильтр тонкой очистки поступает в распределительный трубопровод, откуда через узлы подачи воды с дозаторами и микротрубки подводится в прикорневую зону орошаемых растений. Полив продолжается до опорожнения накопительной емкости.

Количество одновременно подключаемых модулей определяется потребностями владельца системы и не регламентируется. Объем накопительной емкости, фактически, определяет норму разового полива группы растений, обслуживаемых одним модулем.

На (рис. 1) в качестве примера показана трехмерная модель смонтированной системы на 30 растений с двумя ветками полива.

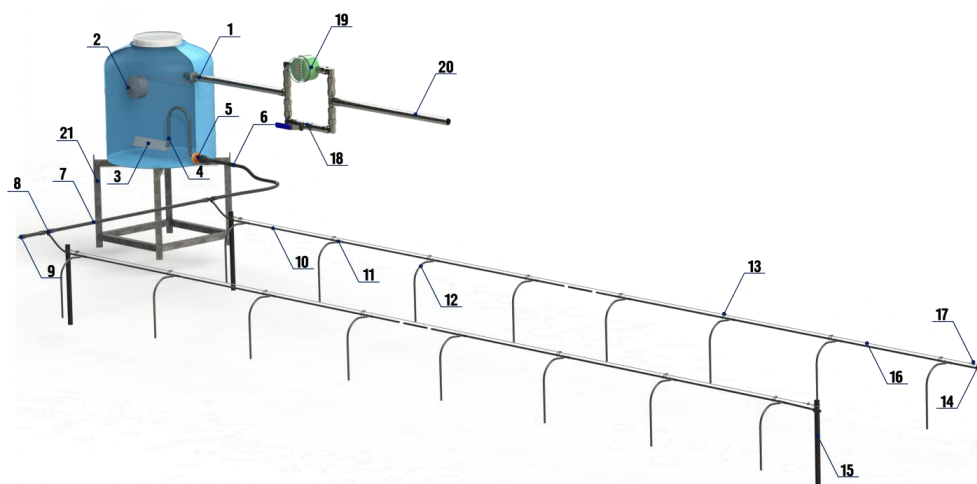


Рис. 1. 3D-модель системы

1 – накопительная емкость; 2 – клапан налива; 3 – фильтр; 4 – сифон; 5 – врезка в бак; 6 – соединительный фитинг; 7 – магистральный трубопровод; 8 – распределительный тройник; 9 – переходник-заглушка; 10 – распределительный трубопровод; 11 – тройник; 12 – узел подачи воды; 13 – стяжка; 14 – заглушка; 15 – опорная стойка; 16 – стальной тросик; 17 – зажим тросика; 18 – кран; 19 – таймер/контроллер полива; 20 – центральный трубопровод; 21 – основание емкости

1.2. Агротехническая эффективность «СИКО»

Поступающая влага от полива расходуется на испарение с поверхности почвы, изменение влагозапаса почвы и транспирацию. Транспирация — процесс движения воды через растение и её испарение через наружные органы, например, листья. Она предохраняет растение от перегрева, участвует в создании непрерывного тока воды с растворенными минеральными и органическими соединениями из корневой системы к надземным органам растения, то есть фактически обеспечивает метаболизм или обмен веществ растения. Обычно скорость транспирации колеблется в интервале от 15 до 250

г/м²·час, а ночью снижается до 7-20 г/м²·час. Интенсивность дневной транспирации следует за изменением основных метеорологических факторов: суммарной солнечной радиации, температуры, влажности воздуха. Основной в этом комплексе внешних воздействий является солнечная радиация. В ясную солнечную погоду ее величина составляет около 1000 Вт/м², а в пасмурную погоду, в зависимости от толщины и характера облаков, она уменьшается примерно до 400 – 100 Вт/м² [1,2,3].

Благодаря запатентованному техническому решению [4], а именно, применению сифона для подачи воды в трубопроводную распределительную сеть, давление в ней практически постоянно и составляет 0.03 – 0.06 бар, что обеспечивает совместно со специальными дозаторами низкие скорости орошения на уровне 0.2 л/час и позволяет реализовать высокоэффективные дневные поливы овощных и ягодных культур длительностью 6 – 10 часов. В это время корневая система растений всасывает наибольшее количество влаги из корнеобитаемого слоя почвы.

В 2016 году на специальном опытном участке проведены экспериментальные исследования различных режимов очагового капельного орошения среднеплетистых сортов огурцов в период плодоношения с целью определения на их примере наиболее эффективных режимов полива овощных и ягодных культур.



Рис. 2. Фотография опытного участка по состоянию на май 2016 г.



Рис. 3. Фотография опытного участка по состоянию на август 2016 г.

Дневные поливы производились при низких скоростях орошения 0.2 – 0.3 л /час. Ночные поливы производились при скоростях 0.2 – 1 л /час. Наблюдения за состоянием растений осуществлялись круглосуточно.

В дневное время лист поглощает около 75 % падающей на него солнечной энергии, но только около 3 % поглощенного света используется в процессе фотосинтеза. Остальная часть превращается в тепловую энергию, что приводит к росту температуры листа. Поэтому она должна быть удалена во избежание перегрева и гибели тканей листа. Основной механизм удаления – транспирация. На солнце растение за 1 час испаряет около 50 см³ воды на 1м² листовой поверхности. В условиях возникающего дефицита влаги в прикорневой зоне для **каждого** листа спасением от перегрева является реализация уменьшения поглощаемой солнечной энергии за счет сокращения эффективной площади поглощения, то есть за счет его увядания.

На (рис. 4 и 5) в качестве примера приведены фотографии растений огурцов и тыквы при дневных поливах с разовой нормой полива не более 1.2 – 1.6 л/растение - ① и ночных поливах с нормой полива 2.2 – 2 л/растение - ② проведенных накануне дня съемки.



Рис. 4. Фотографии тыквы



Рис. 5. Фотографии огурцов

Из приведенных фото видно, что дневное капельное орошение с низкими скоростями 0.2 – 0.3 л/час, обеспечивает в течение ясного светового дня практически полноценный метаболизм овощных культур семейства тыквенных при максимально высоких скоростях транспирации.

Для сравнения эффективности вечерних и ночных поливов с дневными 16.08.2016 был произведен ночной разовый полив в период с 21:00 до 7:00 утра 17.08 со скоростью полива 0.2 л/час и нормой полива 2.0 л/растение. Результаты в виде зависимости относительной площади $S(t)$ листа на вертикально расположенном стебле (сплошная линия) от времени в течение дня 17.08 представлены на (рис. 6). Там же для сравнения приведены зависимости относительной площади $S(t)$ листа при дневных поливах 15.08 и 16.08.

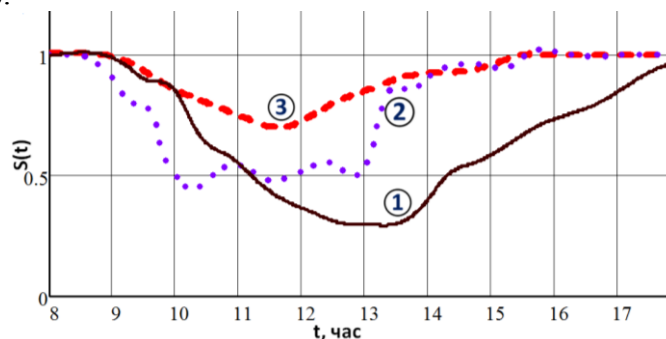


Рис. 6. Зависимости относительной площади $S(t)$ поглощения вертикально расположенного листа от времени t , час:

- 1 – график за 17.08, ночной полив, норма полива на растение 2.0 л;
- 2 – график за 15.08, дневной полив, начало в 9:10 утра, норма 1.4 л;
- 3 – график за 16.08, дневной полив, начало в 7:40 утра, норма 1.6 л.

Из сравнения графиков (рис. 6) следует, что при ночном/вечернем поливе начального увлажнения почвы хватает в утренние часы для обеспечения полноценной транспирации примерно до 10 часов утра. В период с 8:00 до 10:00 мощность солнечной радиации возрастает с 140 Вт/м^2 до 330 Вт/м^2 . Производительности всасывающего листового насоса перестает хватать для обеспечения теплового баланса листа и в дальнейшем лист уменьшает площадь поглощения солнечной энергии путем увядания. Графики 2, 3 (рис. 6) подтверждают факт эффективности дневных поливов, когда в течение дня непосредственно к корневой системе подводится дополнительно влага, требующаяся для обеспечения более высокой скорости транспирации. На (рис. 7) для иллюстрации вышесказанного приведены графики зависимостей поглощаемой листом мощности радиации $P_{\text{транс}}(t)$ для тех же условий поливов.

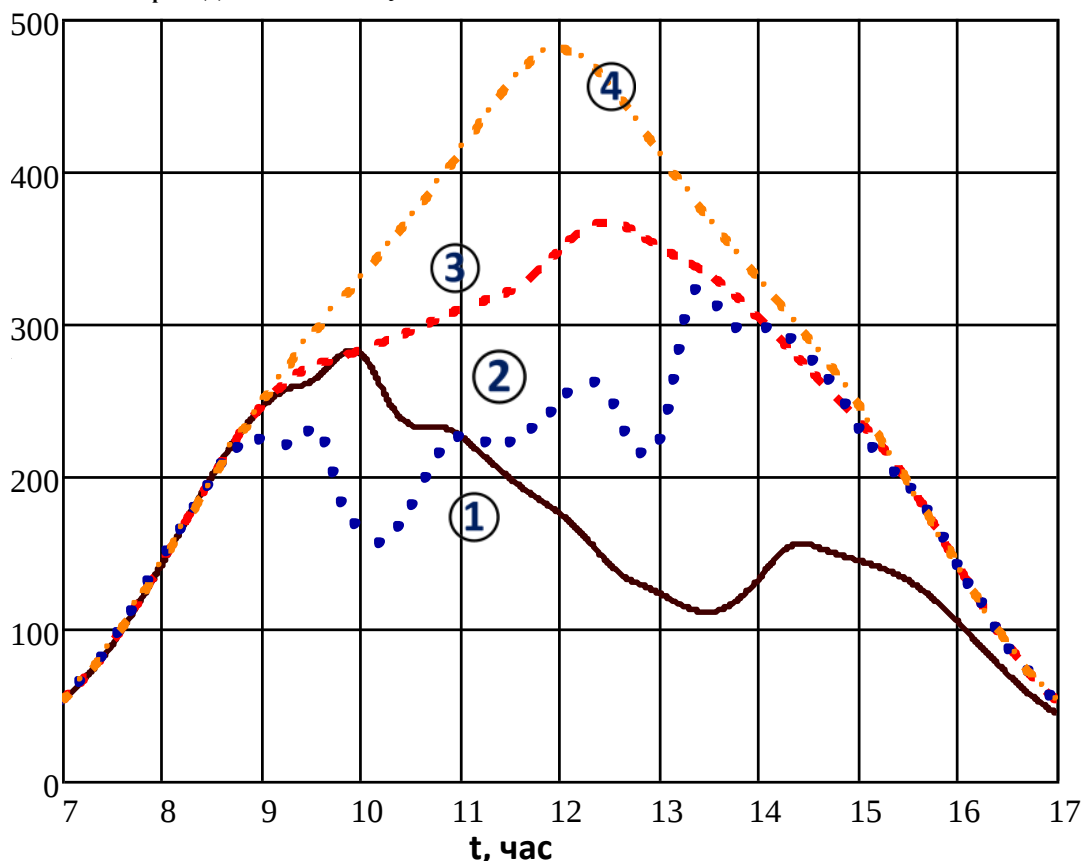


Рис. 7. Зависимости поглощаемой мощности радиации $P_{\text{транс}}(t)$ вертикально расположенного листа от времени t :
 1 – график за 17.08.2016, ночной полив, норма полива на растение 2.0 л;
 2 – график за 15.08.2016, дневной полив, начало в 9:10 утра, норма 1.4 л;
 3 – график за 16.08.2016, дневной полив, начало в 7:40 утра, норма 1.6 л;
 4 – график поглощаемой мощности при полном раскрытии листа в течение дня.

Результаты расчетов количества испаренной одним квадратным метром листьев влаги в период с 8:00 до 17:00 для этих случаев следующие: ночной полив – 2.4 л/м^2 ; дневной полив с 9:10 – 3.0 л/м^2 ; дневной полив с 7:40 – 3.7 л/м^2 .

2. Выводы

Отличительной особенностью СИКО от других систем капельного орошения является реализация за счет инновационных технических решений низкого фиксированного напора воды в магистральных трубопроводах, что совместно с капельными до-

затрами обеспечивает скорости орошения в 5...10 раз ниже, чем в существующих системах. За счет этого достигаются следующие результаты:

- дневное капельное орошение с низкими скоростями на уровне 0.2 – 0.3 л/час с нормой полива не более 1.2 – 1.8 л/растение обеспечивает в течение дня практически полноценный метаболизм овощных культур (в частности, семейства тыквенных) и, соответственно, высокие скорости транспирации. При этом реализуется увеличение объема поглощенной влаги в 1.4 – 1.5 раз по сравнению с другими режимами и способами полива при экономии воды не менее, чем в 1.5 раза по сравнению с классическим капельным;
- реализуется возможность локального внесения удобрений в зону корней вместе с водой, снижение расхода удобрений на 25-40% по отношению к системам классического капельного орошения;
- обеспечение снижения расхода воды на испарение до 20 – 30 % по сравнению с классическим капельным поливом вследствие уменьшения площади поверхности испарения в 2 и более раз;
- сокращение расходов на обработку участка в связи с меньшим развитием сорной растительности;
- отсутствие опасности вторичного засоления и исключение риска солнечных ожогов листьев из-за малых поливных норм;
- повышение урожайности овощных и плодовых культур на 20-40% (по отношению к капельному орошению) за счет устойчивого увлажнения зоны корней на уровне не менее 90% НВ (наименьшая влагоемкость почвы).

Наибольшая эффективность применения систем индивидуального капельного орошения «СИКО» для поливов овощных и ягодных культур в открытом грунте достигается в южных регионах РФ с большим количеством солнечных дней в году и регионах с засушливым климатом.

Литература

1. Губатенко Н.Г., Мирошниченко М.М., «Огород. Практическое пособие», Ростов-на-Дону: Ростовское книжное издательство, 1991.
2. Литвинов С. С., «Научные основы современного овощеводства» Россельхозакадемия, 2008.
3. Обухов Д. Л., «Линейные параметры контуров увлажнения при капельном поливе», Новочеркасская государственная мелиоративная академия (г. Новочеркасск).
4. Патент РФ на полезную модель №162589 «СИСТЕМА ДЛЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ». Дата начала отсчета срока действия патента: 12.08.2015.

АВТОНОМНЫЙ АВТОКОМПЛЕКС

Жуков Б.Д.*, Тарасов А.А.**

**Новосибирский Государственный Технический Университет,*

*** Новосибирский государственный университет архитектуры, дизайна и искусств»*

Автономные предприятия социальной сферы обслуживания населения становятся все более востребованными в разных странах мира. Особенно резко эта необходимость прослеживается в местах, где по различным причинам отсутствует централизованное обслуживание или его экономически невыгодно осуществлять.

Целью настоящего доклада является представить проект автономного автокомплекса с системой раздельного оборотного водоснабжения, который включает автомойку, станцию техобслуживания и служебное помещение.

Благодаря децентрализации очистки и утилизации бытовых стоков удастся получить значительный экономический эффект, связанный прежде всего с отсутствием затрат на строительство и поддержание в рабочем порядке дорогостоящего трубопровода. Отпадают затраты на отведение стоков и устраняются риски ущерба окружающей среде связанные с их отведением. Основные показатели энерго- водопотребления для предлагаемого проекта комплекса представлены в (табл. 1).

Таблица 1. Характеристики автокомплекса

Показатель в расчете на машину	Автомойка (на пост)	СТО и зона для посетителей и персонала
Требуемый расход воды, л/сут	3 000	1000
Потери воды, л/сут	400	200
Сточная вода, л/сут	2 600	800
Расход энергии на пост, квт/месяц	8 000	2 500

Основная масса стока, как видно из этой таблицы, представлена водами из автомойки. Поэтому важнейшее место в проекте уделено очистке и повторному использованию сточных вод именно от автомойки.

Архитектурно планировочное решение автокомплекса

Проектирование автокомплекса выполнено с учетом строительных норм и правил [1-4]. План проекта, как видно из (рис. 1), представляет собой две основные прямоугольные матрицы, соединенные центральной трапециевидной зоной. Первые две матрицы включают в себя станцию технического обслуживания (СТО) и автомойку с тремя моечными постами и территорией для размещения технологического оборудования. Вторая центральная матрица размещена на двух этажах. На первом этаже размещены зона ожидания клиентов, терминал оплаты, а также технологическое оборудование для очистки стока от санузла, а именно компостер и биореактор, а на втором этаже - комната отдыха и санузел.

В целом планировочное решение определено с учетом инсоляции, эргономики, инженерно-технических аспектов. Конструктивное решение автокомплекса в общем случае предлагается следующее: несущие железобетонные стены толщиной 200 мм с навесной фасадной системой (плиты из фиброцемента, воздушный зазор, утеплитель) и перекрытия из монолитного железобетона. Центральная система выполняется преимущественно из металлических конструкций со стеклом.

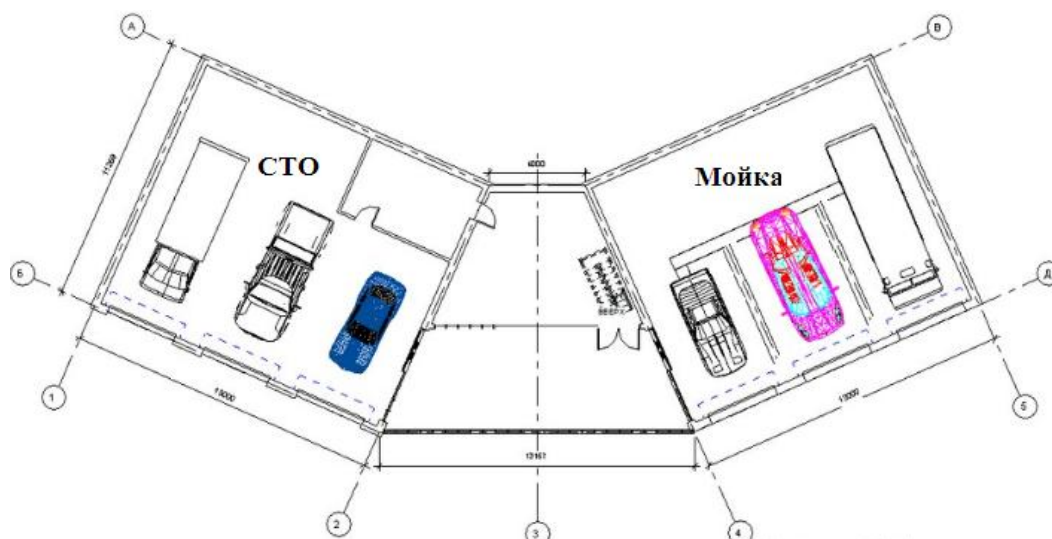


Рис. 1. План проекта.

Предлагаемое решение обеспечивает компактность сооружения, необходимую для размещения проекта на ситуационном плане с ограниченной территорией и выполнение теплофизических аспектов. Общий вид автокомплекса показан на (рис. 2).

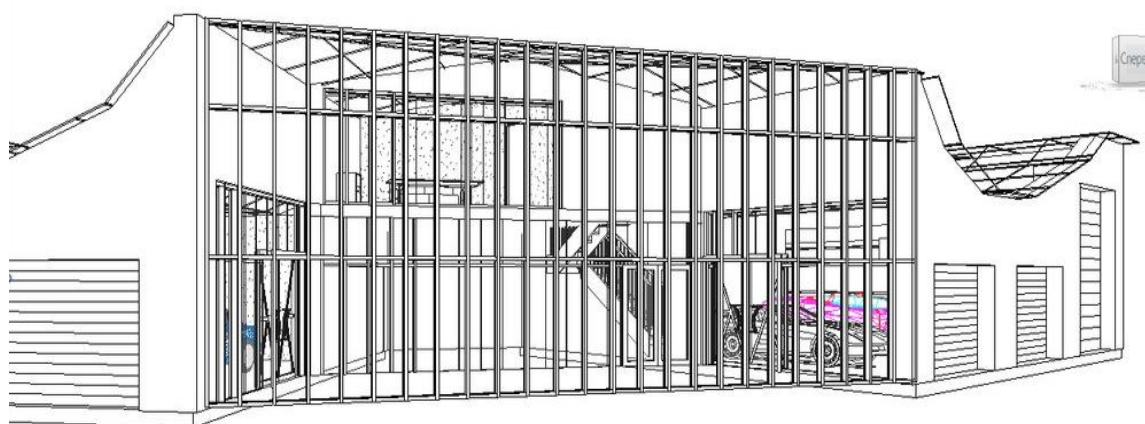


Рис. 2. Общий вид автокомплекса.

Архитектурное решение сочетается с гибридной технологией очистки стоков и повторным использованием очищенной воды по схеме раздельной обработки стоков разного происхождения. В частности, выбранные контуры крыши позволят успешно собирать воду атмосферных осадков. Например, дождевая вода или снег вне зоны размещения крупных промышленных объектов не содержат значимых количеств примесей и их вполне можно использовать для кондиционирования воды, расходуемой на мойку автомашин, что заложено в предлагаемом проекте.

Целесообразность данного подхода к технологии обработки бытовых стоков, как показано в работах [5,6], связана с тем, что смешивание стоков разного происхождения может привести к осложнениям, в том числе:

- непредсказуемым образованием новых химических соединений или дисперсных частиц, не встречающихся в отдельно взятых типах стоков;
- заражению патогенными микроорганизмами всего стока и связанному с этим увеличению времени обработки и расхода дезинфицирующих средств;
- увеличению эксплуатационных и амортизационных расходов, из-за возрастания нагрузки на отдельные узлы очистных сооружений;

- осложнению работы биологических очистных сооружений.

Последнее обстоятельство наблюдается при эксплуатации биореакторов, если сток содержит СПАВ, которые, как показано в работе [5], губительно действуют как на патогенную, так и полезную микрофлору. В (табл. 2) показаны основные эффекты, возникающие при смешивании стоков разного происхождения.

Таблица 2. Эффекты, возникающие при смешивании вод разного происхождения

Смешиваемые воды		Возможные эффекты от смешивания
Воды, содержащие пищевые продукты	Растворы моющих средств	Стабилизация коллоидно - дисперсного состояния примесей. Образование труднобиоразлагаемых соединений
	Туалетные воды	Увеличение токсичности кухонных вод. Ухудшение условий биоразложения в активном иле.
	Растворы из автомойки	Перевод пищевых жиров в растворенное состояние, разбавление эмульсии из нефтепродуктов, образование труднобиоразлагаемых соединений
Растворы моющих средств (СПАВ)	Туалетные стоки	Стабилизация коллоидно-дисперсного состояния компонентов туалетных вод, угнетение микрофлоры, способствующей компостированию туалетных стоков
	Растворы из автомойки	Эмульгирование нефтепродуктов. Образование труднобиоразлагаемых соединений. Появление новых специфических запахов.
Туалетные воды	Растворы из автомойки	Увеличение токсичности туалетных вод. Ухудшение условий биоразложения в активном иле. Появление новых специфических запахов.

Раздельная обработка стоков от бытового объекта позволяет максимально уменьшить разнообразие и количество компонентов примесей в очищаемом стоке, а также использовать более гибкие и высокоэффективные схемы обеззараживания, обработки и утилизации стоков, включая схемы гибридной технологии, сочетающие принципиально отличающиеся биологические, химические и физико-химические методы обработки.

Кроме того, за счет короткого периода пассивного пребывания очищаемых стоков в узлах системы водообработки и повышенной влагоемкости очистных сооружений, а также оптимизации состава технологических вод средствами автоматизации и контроля состава технологических растворов, существенно снижается вторичное загрязнение обработанной воды, не только органическими, но и минеральными примесями.

Соответственно рекомендуемой технологии стоки от автомойки обрабатываются отдельно от стоков из других помещений. Принципиальная схема очистки бытовых стоков от автомойки приведена на (рис. 3).

Схема рассчитана на производительность около 10-15 м³/сутки и использование 75-80 % оборотных вод в технологическом цикле и других технических нуждах с учетом того, что 20-25 % теряется на испарение и прочие эффекты.

Отстойник и накопитель очищенной воды заглублены. Объемы этих узлов оптимально не меньше 15 и 25 м³ соответственно.

При мойке машин широко используются моющие средства, которые, как видно из (табл. 2), эмульсируют нефтепродукты и способствуют образованию трудно биоразлагаемых соединений. По нашему мнению для обработки таких сред в наибольшей степени подходит гетерокоагулятор.

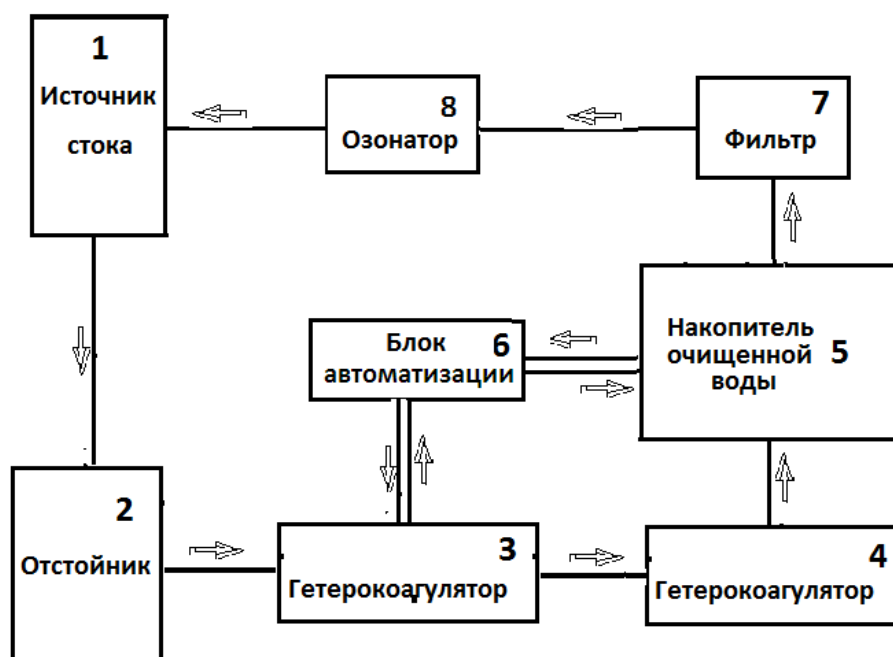


Рис. 3. Принципиальная схема очистки бытовых стоков от автомойки.

Гетерокоагулятор в общем случае это емкость, заполненная дисперсной загрузкой, между частицами которой в водной среде возникают микрогальванопары, что приводит к ионизации части частиц. Вследствие этого возникает ионная коагуляция и образуются нерастворимые гидроксиды металлов вызывающие, наряду с частицами загрузки гетерокоагуляцию примесей. Это, в конечном итоге, способствует удалению примесей фильтрованием.

В настоящем проекте предлагается использовать два варианта гетерокоагулятора: внутренний и наружный. Последний (на (рис. 4) обозначен как ГК2) выполнен на базе окислительной траншеи и используется для доочистки стока.

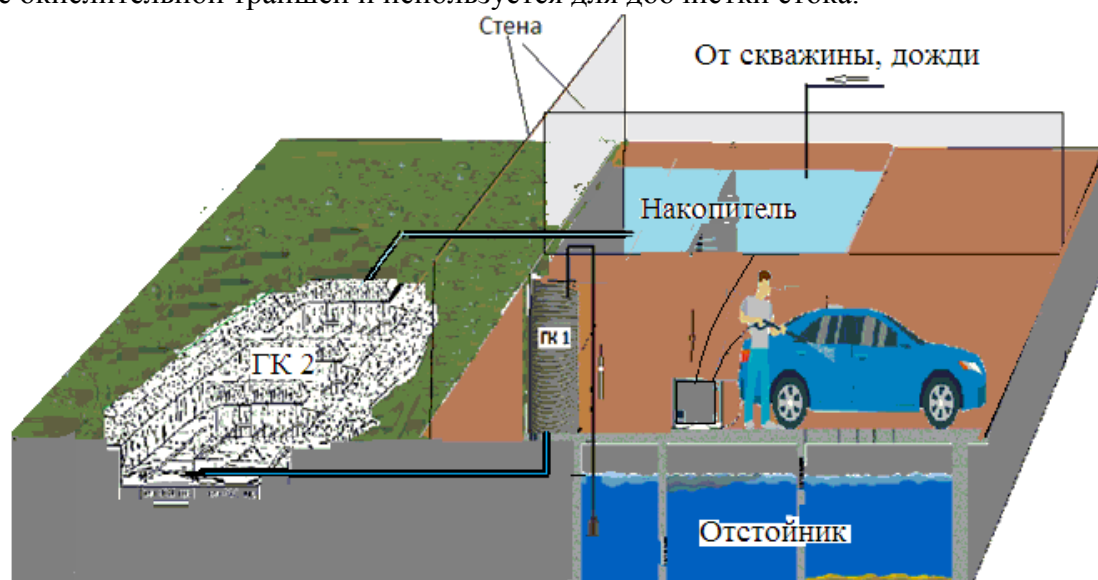


Рис. 4. Схема моечного цикла на основе полного оборотного водоснабжения.

Туалетные стоки делятся на две фракции, которые также обрабатываются отдельно. Твердая фракция вместе с кухонными отходами компостируется или накапли-

вается с последующим вывозом примерно раз в год, а жидкая обрабатывается в фильтре-усреднителе и поступает в биореактор, затем в промежуточный накопитель перед подачей на повторное использование. В накопителе вода обязательно озонируется. Таким образом, смывные воды для туалета будут обрабатываться и использоваться многократно. Потери этих вод должны возмещаться очищенным стоком из накопителя автомойки. Сток от умывальников и душа поступает в контур водообработки автомойки.

В рамках совершенствования данной технологии в НГТУ разработан блок автоматизации на основе комбинированного проточного датчика мутности и минерализации технологических растворов. Фото и дисплей датчика показаны на (рис. 5).



Рис. 5. Фото датчика минерализации и мутности (а), и его дисплей (в).

С помощью этого датчика в автоматическом режиме выполняется перераспределение потоков технологических растворов, в том числе на доочистку или кондиционирование свежей водой. Регистрация и преобразование аналитических сигналов при определении этих параметров выполняются одновременно в потоке по двум независимым каналам таким образом, чтобы выполнялись оценки степени очистки стока, по мутности и по минерализации. Для этого в состав датчика введены две измерительные камеры. В каждой камере происходит измерение электропроводности, мутности и температуры. Преобразование аналоговых сигналов в цифровые и передача их в канал связи осуществляется с помощью микропроцессорного устройства. Затем, полученные сигналы поступают на АЦП микропроцессорного устройства и выводятся на дисплей.

Литература

1. ВСН 01-89 "Ведомственные строительные нормы. Предприятия по обслуживанию автомобилей".
2. ОНТП01-91 "Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта.
3. СНиП2.09.04-87* "Административные и бытовые здания".
4. СНиП 21-02-99 "Стоянки автомобилей"
5. Zhukov B.D., Ivanov G. JA. Use of the Lightproof Greenhouse for Autonomous Wastewater Treatment. Труды конференции IFOST, Новосибирск, 2008.
6. Zhukov B.D. Project of autonomous treatment of sewage from Siberian ecological house Environmental Sci. Tech. Forum, Vol.5-6 Trans Tech. Publications, Zuerich- Uetikon, Switzerland. P. 209-214, 1996.

О ПЕРЕХОДЕ НА ПРИРОДОЗАЩИТНОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

Насыров А.Н.

Новосибирский государственный педагогический университет, Всероссийская ассоциация экспертов по экотехнологиям, альтернативной энергетике и экологическому домостроению

При воспоминаниях о послевоенном времени перед глазами возникает картина сева зерновых с сопровождением тракторного посевного агрегата стаей грачей. Каждую весну миллионы пионеров строили домики к прилету скворцов. В настоящее время скворцов почти не видно: весной 2016 года удалось заметить пролет всего одной или двух пары скворцов. Крестьяне же привыкли к стаям коршунов и крупных чаек, вьющихся возле посевных комплексов. Удивительно, не так ли?

А ларчик, как говорится, просто открывается: коршуны – ястребы и чайки пикируют уже не на цыплят или рыбок, а на личинки жуков (кроме разбегающихся мышек или других зверушек). Не стало дождевых червей на полях, садах и огородах, вот и пропали грачи да скворцы. Что же вы натворили с матушкой-землей уважаемые поклонники химизации, полеводы и садоводы с огородниками? Ведь с исчезновением дождевых червей пропадает и плодородие почвы...

Работ Овсинского, Фолкнера и практических достижений нашего современника Анатолия Ивановича Шугурова вполне достаточно, чтобы понять: почва действительно создаёт себя сама — с помощью растений, и пахота — не способ работы на земле.

Итог интенсивной пахотной агрономии за полвека: ТРЕТЬ пахотных земель России уже смыты и сдуты, ШЕСТАЯ ЧАСТЬ – отравлены, и каждый год страна теряет 0,5-1% (до 500 тыс. га) продуктивных почв. **АПК ежегодно крадёт у страны основу жизни – поля и их плодородие**, требуя на это занятие всё больше дотаций. Такая же ситуация – во многих странах мира.

Эти результаты прямо показывают: **в научной системе земледелия заложены коренные ошибки**. Пора, наконец, исправить их. В целом они уже понятны – у нас есть и **передовая наука, и безошибочная практика**.

В 60-е годы серьёзные работы по беспашотному земледелию начали англичане. Канадцы давно привыкли к поверхностной обработке (да и в России уже «не лыком шить»). Но вот, в Японии появился человек, удививший всех — фермер Масанобу Фукуока /Курдюмов Н. И. Мастерство плодородия/. Он создал систему земледелия, вообще не требующую никакой обработки почвы, никакой техники, никаких удобрений и химикатов.

Он научно показал, что первичный источник и точка устойчивости всего сельского хозяйства — сама природа.

Масанобу Фукуока — человек, на деле доказавший, что цели сельскохозяйственной науки, в целом, ошибочны, а интенсивно-химическое растениеводство вовсе не обязательно, и человечество может без него прекрасно обойтись.

Не используя никаких химических средств, удобрений и техники, без всякой борьбы, опровергая «неоспоримые» научные положения, Фукуока выращивает высокие урожаи, постоянно улучшая, при этом, плодородие почвы и устойчивость своего агроценоза (*экологического сообщества живых организмов в сельскохозяйственных угодьях*).

К моменту написания своей знаменитой книги «Революция одной соломинки» в 1975 году, почва на ферме не вспахивалась (не рыхлилась – А.Н., неточность перевода, скорее всего – как можно пахать японскую почву с консистенцией «горохового супа»?) уже 25 лет, плодородие почвы продолжало расти, а урожаи зерновых приближались к рекордным, для индустриального полеводства Японии.

При этом растения *никогда не страдали* ни от голода, ни от вредителей и болезней, ни от сорняков.

Фукуока решил задачу, над которой бьётся наука нового тысячелетия — **создал устойчивый и продуктивный агроценоз.**

Натуральный метод Фукуока описывает так.

«Посмотрите на эти поля ржи и ячменя. Их зреющее зерно даёт урожай около 58 ц/га. Я думаю, что это — высшая отметка урожайности в префектуре Эхиме. Это может быть также высший урожай во всей стране, поскольку это — один из ведущих сельскохозяйственных районов во всей Японии. И, тем не менее, *эти поля не были вспаханы (не рыхлились – А. Н.) в течение 25 лет.*

Очередность посевов на этом поле следующая: в начале октября (за 4-5 недель до сбора риса) по зреющему рису разбрасываются семена белого клевера. В середине октября (за 3 недели до сбора риса) разбрасываются семена озимого хлеба — ржи или ячменя. В начале ноября рис убирают серпами, а затем, поле покрывают рисовой соломой. То же самое — для риса. Озимые зерновые скашивают, приблизительно, 20 мая. За две недели до того, как зерно полностью созреет, я разбрасываю семена риса по полям, занятым рожью и ячменём. После их уборки и обмолота, я разбрасываю по полям их солому. Я думаю, что использование одного и того же метода для посева и риса, и зерновых — уникальная особенность этой системы земледелия.

Если вы пройдёте к следующему полю, то рис здесь был посеян прошлой осенью вместе с озимыми зерновыми. Так что все посевы были закончены к Новому Году».

И всё это Фукуока проделывал вручную, включая и одевание семян зерновых перед раскидыванием в глиняный «бронежилет» (диаметром 10-12мм).

ПРОЧИТАВ ТАКОЕ, вам вдруг не подумалось и о возможности реализации такого уравновешенного (и продуктивного) агроценоза и на сибирских просторах? Конечно, без машин нам не обойтись, зерновые поля у нас не в 1 гектар, как у Масанобу (встречаются и в 1000 раз поболее).

Семена основных хлебных культур (у нас всё те же озимая рожь и ячмень, но вместо риса – пшеница, например), в принципе, вначале (до создания спецтехники) можно раскидывать разбрасывателями гранулированных удобрений (типа ПШ -21,6 или использовать разбрасыватель на скоростном шасси с шинами сверхнизкого давления типа РОСА – 05, см. патент №2374809; известны современные примеры скоростного посева озимых разбрасывателями РУМ-5 с пружинной бороной типа «Мечта», и др.).

Для уборки зерновых имеются комбайны с измельчителями соломы и можно даже установить, например, разбрасыватель нерезаной соломы конструкции Пыльника П. А. (Масанобу установил, что через нерезаную солому всходам очередной культуры легче пробиваться к солнышку). Более того, если учесть отсутствие в Природе жатвы, как таковой (срезания растений при уборке семян при созревании), то можно и в чём-то превзойти самого Масанобу, используя очёсывающие жатки.

А белый клевер (и люцерну, например) на первых порах переходного (к натуральному земледелию) периода можно было бы подсеивать зерно-травяными сеялками.

И даже вместо уток (или кур), своим помётом ускоряющих разложение соломы в поле у Масанобу, можно использовать внесение вместе с семенами сильных штаммов

природных бактерий (кольцовской разработки – по Коневу А. А.), Бактофит СК и Гуминатрин, в частности.

Однако, разбрасывать семена за 2 – 3 недели до уборки урожая (без заделки в почву, и предпосевного рыхления, как Фукуока) будет можно только на подготовленном предварительно поле, очищенном от сорняков, с поверхностной мульчей хорошего, как минимум, качества и не менее качественной оболочки у глиняной (или иной) капсулы. А для уборки урожая необходима техника (комбайны, автомобили или тракторы с прицепами для вывозки урожая) в «домашних тапочках» (известны шины низкого и сверхнизкого давления), чтобы не повредить проростки (из разбросанных семян). А ещё лучше, если избавиться от уборочных МОНСТРОВ на полях с постепенным переходом на скоростные легкие комбайны, прицепные к легким тракторам. Нужда в посевных МОНСТРАХ постепенно исчезнет, если их заменить на быстроходные разбрасыватели на узких шинах и низкого (или сверхнизкого) давления. Для всего этого и решения сопутствующих проблем складывается переходный период. В частности, будет ему присуща щадящая поверхностная обработка почвы, но только в виде рыхления весной в процессе боронования всходов (и подсева озимой культуры, и бобовой) с использованием легких сеялок и борон (по технологиям совместного возделывания с проявлением эффекта «края поля» («густо – пусто» Овсинского – Конева). Не забудем и про рекомендацию Масанобу, что «Сорняки играют свою роль в создании плодородия и сбалансированного биологического сообщества. Основной принцип таков: сорняки надо сдерживать, но не уничтожать». (В аварийной ситуации (при «разгуле» сорняков) можем применить радикальнейшее средство – растениезаменитель Р – 4.2). По сути получается у нас нечто похожее на пресловутое No-till, да только без «химии». (А «пресловутое» потому, что вся реклама No-till со справедливой критикой глубокой вспашки заканчивается призывом к приобретению химических ядов, да устаревшей техники заморских или европейских фирм).

(Напомним, каким ответственным (и скрупулёзным) уход за всходами был у Овсинского И. Е.: «Полотельники я пускаю раза два осенью на озимь, весной же пропалываю два-три раза, как озимые, так и яровые посева, смотря по тому, насколько почва трескается, забивается проливными дождями и т.д. Разбросные посева бороную сейчас же, как только растения укрепятся в почве настолько, что борона их не вырывает. При мелкой вспашке это наступает скоро, и растеньица **в капиллярном слое держатся крепко**. Борона придавливает растеньица до земли и наклоняет их, вследствие чего **второй раз я бороную дня через два**, когда растеньица поднимутся. Потому что, двукратное сразу боронование могло бы ещё больше повредить наклонённым уже растениям. Дня через два, когда замечу, что есть ещё трещины, я **бороную третий раз**, когда же после этой операции пройдет дождь и забьёт почву, то, **после дождя, ещё раз бороную**». И это всё для поддержания условий атмосферной ирригации («сухой полив»). И у Шугурова А. И. такое же внимание к всходам).

Можем принять тот вариант Фукуоки, когда высеваются вначале озимая культура (на фоне белого клевера). Только у него это происходило осенью, а у нас – лучше в весеннее время. Да и белый клевер у нас приемлем только на заболоченных или других низинных почвах (лучше люцерна, или люпин). Попутно отметим, что посева озимых культур под покров яровых являются давно отработанной обычной практикой.

Для периода постепенного перехода на зеленые технологии (без удобрений и ядохимикатов) ныне располагаем ресурсосберегающей технологией возделывания озимых и яровых зерновых культур с бобовыми многолетниками и возможностью снижения расхода ГСМ и других прямых затрат на подготовку почвы и посевные работы - до 2-х раз, уменьшения потребности в семенах, лучшей зимовки озимых, устойчивости к

полеганию, повышения урожайности (на 20 – 50 процентов, без удобрений!). Это оказывается возможным, в частности, при совместном разбросном посеве яровой пшеницы вместе с озимой рожью (от 1,0 до 1,5 обычной нормы высева), когда снижение плотности растений на поле компенсируется: у озимых - повышением продуктивной кустистости (в связи с удлинением вегетационного периода из-за весеннего посева), а у яровых - созданием при посеве условий для проявления эффекта «края поля», с реализацией черезполосного или прерывистого посева семян озимых и яровых культур.

Технология защищена 23-мя патентами РФ, а расходы на ее внедрение могут полностью обеспечиваться (и перекрываться) получаемой при этом экономией затрат. Для реализации указанной выше технологии имеются оригинальные решения по использованию и модернизации посевной техники (типа «Омичка», СУЗТ-4, СЗТ-3,6, СЗУ-3.6, СЗП-3.6, «Обь-4», «Обь – 6,5 ПН – ЗТ», «Обь – 8,0 – ЗТ» и др.) и другие элементы технологии, в том числе усадебный вариант с использованием средств малой механизации (на основе мотоблока). Варианты технологии апробированы в хозяйствах Самарской и Новосибирской областей, Республики Татарстан при посевах яровой и озимой пшеницы, ячменя, озимой ржи, полбы.

В последние годы распространяются бинарные технологии возделывания подсолнечника и других пропашных культур, а также зерновых, с бобовыми культурами (ДонГАУ, Н. А. Зеленский). Однако, из-за сложившихся экономических условий им удалось достичь пока только частичного решения проблемы возрождения плодородия почв, поскольку используются азотные удобрения и некоторые ядохимикаты (ныне повсеместно лукаво называемые средствами защиты растений: гербицидами, пестицидами...).

Самая большая сложность перехода на природозащитное земледелие видится в сверхкомплексном характере этой проблемы: ни одному из зернопроизводителей решение в полной мере не подъемно, а одного Шугурова А. И. на всю Россию не хватит. Да и ему тоже не изготовить, в частности, специальные для семян зерновых культур дражирователи и разбрасыватели, дабы обеспечить надлежащее качество всходов. (Но может обойдёмся подбором баковой смеси для серийных инкрустаторов типа ПС-10? Пока не знаем).

Однако, каждый из думающих о будущем фермеров способен уже с весны 2017 года попытаться сотворить подобный агроценоз на одном из своих полей, используя подручные средства и природную смекалку. Например, к озимой ржи осеннего посева (2016 года) попробовать в сроки боронования озимых (весной 2017 года) подсеять рожь того же сорта разбрасывателем удобрений, например, бороной типа «Мечта», или сеялкой типа СЗУ-3,6. При этом норму высева можно уменьшить раза в 3-4 (в связи с повышенной плотностью почвы, плюс удлинение периода вегетации при весеннем посеве). А может кто-то успеет на этом же поле подсеять бобовую травку люцерну... А весной следующего (2018) года снова подсеять такую же рожь (и поухаживать за бинарными всходами), собрать урожай ржи и семян люцерны. И только на третий (2019) год может кто-нибудь рискнет на подсев кроме ржи ещё и овса (1/4 нормы, разбрасывателем типа ГУМАН-2 на узких шинах, за 3 – 4 недели до уборки урожая ржи) с перспективой к урожаю ржи добавить и зелёнки овсяной или сенажу (коль овёс не успеет вызреть). (Кому не нравится рожь или овёс, тот может поработать с озимой пшеницей и ячменём, да гречихой для пчёл, например). И есть надежда на решение к 2019 году проблем разработки (и производства) специальных дражирователей (и разбрасывателей) для семян зерновых культур.

А если нет готового поля с озимой рожью (или пшеницей), то яровую пшеницу можете посеять сразу же с озимой рожью черезполосно с проявлением эффекта «края поля» (сеялкой типа «Омичка», СУЗТ-4 «ХАРАША», модернизированной СЗУ-3,6, или

СЗП-3,6 и СЗТ-3,6 с дисково-анкерными сошниками, и др.). Этой же весной (2017 года) в период боронования всходов яровых к тому добавить (поперек всходов или по диагонали) люцерну (или клевер, и может люпин). А весной 2018 посеять такую же рожь и т. д., как уже было выше расписано (для готового поля)....

Для подобной самодеятельности есть и другие варианты. Однако, по большому счету, необходима координирующая поддержка государственных структур, которые, к счастью, располагают всем необходимым.

Существо инициативы заключается в создании **учебно-исследовательских центров по внедрению технологий совместного возделывания яровых и озимых зерновых вместе с бобовыми культурами с проявлением эффекта края поля и восстановлением плодородия почв** при образовательных учреждениях аграрного профиля с дополнительным материально-техническим обеспечением учхозов (и других опорных хозяйств) для подготовки специалистов **в зернопроизводящих субъектах Российской Федерации** по аграрным технологиям 6-го уклада и инициирование саморазвивающегося перехода зернового рынка и отечественного сельхозмашиностроения на эти технологии.

В составе такого центра может быть небольшая группа из преподавателей и сотрудников, проводящих вместе с учащимися опытническую работу для установления с учетом местных условий оптимальных параметров и создания в учхозе показательных устойчивых агрофитоценозов по основным хлебным культурам, а также инженерно-технический персонал для эксплуатации (и модернизации) специальной посевной (и уборочной) техники и автомобильной мастерской.

Процесс внедрения вышеназванной технологии может осуществляться в дальнейшем по нижеописанной схеме и на договорной основе.

ЗАКАЗЧИК (сельхозпроизводитель) выделяет посевные машины для их подготовки к севу по предлагаемой технологии под руководством ИСПОЛНИТЕЛЯ (Аграрный университет). Модернизация старых сеялок осуществляется в мастерской ЗАКАЗЧИКА в летнее время автомобильной бригадой центра ИСПОЛНИТЕЛЯ. Отдельные специальные материалы и комплектующие могут поставляться ИСПОЛНИТЕЛЕМ. ЗАКАЗЧИКОМ выделяются посевные площади, семена, техника и другие необходимые ресурсы для проведения сева и уборочных работ по новой технологии.

На первом этапе внедрение новой технологии с использованием и регулировкой новых (типа «Обь-6,5 ПН-ЗТ», СЗУТ-4) или модернизированных сеялок и типа СКП-2,1 («Омичка»), а также разбрасывателей (типа Туман – 2) и растениезамениателя типа Р -4.2 «Еруслан», быстроходного прицепного комбайна с очесывающей жаткой типа ЭРА-5 (при установке шин низкого давления на уборочной технике) , осуществляется силами ЗАКАЗЧИКА под руководством представителя ИСПОЛНИТЕЛЯ в мастерской ЗАКАЗЧИКА (и на опытном поле) с целью определения наиболее эффективных для условий хозяйства вариантов технологии. На втором этапе составляется и реализуется программа внедрения новой технологии в масштабах хозяйства при авторском сопровождении исполнения. (Автомобильная бригада в составе 2-х или 4-х человек способна в год обеспечивать внедрение технологии на 3 – 10 тыс. гектарах посевных площадей, с охватом до 5 хозяйств одновременно).

Подготовка специалистов может осуществляться прежде всего в Аграрном университете (г. Новосибирск) и Аграрном университете (г. Казань), а затем и в ДонГАУ (г. Ростов – на – Дону), Аграрном университете (г. Иркутск) и АлГАУ (г. Барнаул).

Цель инициативы. К 2021 году запустить саморазвивающийся переход на массовое инновационное возделывание зерновых с восстановлением плодородия почв по «зелёным» технологиям.

Результаты (контрольные показатели). Результаты выполнения инициативы могли бы контролироваться по четырем основным показателям.

Первый показатель – количество введенных в эксплуатацию учебно-исследовательских центров в указанные периоды.

Второй и третий показатели – финансовые затраты со стороны государства (и частных инвесторов) на оснащение учхозов посевной и уборочной техникой, адаптированной для реализации новой технологии, а также специальными (для семян зерновых) дражировщиками (и разбрасывателями) и на расширение производственных мощностей производителей машин для совместного возделывания зерновых и бобовых многолетних культур, таких как ОАО «САД» (г. Краснообск, НСО), ООО «ХАРАША» (г. Лаишево, Татарстан), Алтайсельмаш (г. Барнаул), ООО «Конструкторское бюро «ЕРУСЛАН» (Ростовская обл.), «ПЕГАС-АГРО» (г. Самара) и запасных компонентов к ним – ООО «НПФ «Агромаш» (г. Краснообск, НСО), а также на приобретение частными инвесторами посевных (и уборочных) новых машин и специальной техники для опорных хозяйств в обмен на экологически чистую зерновую продукцию (доходная часть проекта). Их доля может быть не менее 30% всего объема инвестиций. Однако, на частные инвестиции можно рассчитывать только в конце переходного периода, когда заработают первые агроценозы (по основным хлебным культурам). Поэтому необходимы превентивные инвестиции со стороны Государства на поддержку разработок и производителей спецтехники...

БРИКЕТИРОВАНИЕ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ ДЛЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ И ГАЗИФИКАЦИИ

Никишанин М.С.¹, Загруддинов Р.Ш.², Сеначин П.К.^{3, 4}

¹ ООО «ТехноРесурс», Россия, Алтайский край, п. Тальменка

² ООО «Новые энергетические технологии (НЭТ)», г. Рязань

³ Алтайский государственный технический университет (АлтГТУ), г. Барнаул

⁴ Институт теплофизики СО РАН, г. Новосибирск

Твердые бытовые отходы (ТБО) образуются в результате бытовой деятельности населения. Состав и объем городских ТБО зависит от страны, местности, времени года и других факторов: бумага и картон до 40%, далее в городах – органические (включая пищевые) отходы до 20%; металл, стекло и пластик – по примерно 10%; дерево, текстиль, резина и кожа по 3-5% от общего количества.

По статистике каждый житель выбрасывает около 200-250 кг бытовых отходов в год, а город с населением 500 тыс. человек ежедневно производит примерно тысячу тонн ТБО. Объем ТБО в России увеличивается и уже представляет экологическую угрозу. Любая задержка с обезвреживанием и уничтожением мусора может привести к появлению серьезных заболеваний и катастрофическому загрязнению. Ежегодно в России появляется более 40 млн. тонн отходов, которые вывозятся и подвергаются захоронению на необорудованных по меркам безопасности свалках. Площадь, отведенная под свалки, достигает 2,5 тысячи квадратных километров, на которых уже находятся около 90 млрд. тонн различных отходов.

Накопление и складирование таких отходов не только наносит существенный ущерб экологии и земельным ресурсам, но и крайне невыгодно с экономической точки зрения, так как на их основе могут быть получены высококачественные топливные брикеты, с заданной крупностью и свойствами.

Наверное, одной из серьезных проблем затрудняющих утилизацию ТБО в России является отсутствие отлаженной системы их сепарации. Во-первых, полностью отсутствует сепарация мусора в местах его сбора, т.е. распределения характерного мусора по различным бакам самими жителями, которая практически отлажена в развитых странах мира. Хотя, следует отметить, что в СССР принимались попытки внедрения этой схемы, но она всё-таки не прижилась. Вся обработка ТБО на полигонах сводится к неорганизованному сбору из наваленных куч мусора ряда его компонентов, представляющих ценность в качестве утильсырья для возврата их в жизненный цикл, таких как цветной металл, пластиковые контейнеры и РЕТ-тара и пр. А вся остальная часть мусора прессуется бульдозерами, на которые наваливается следующий слой. Поэтому практика широкого внедрения получения из смешанного ТБО более ценного промежуточного продукта с более высоким энергетическим потенциалом и готового к утилизации является насущной необходимостью.

В настоящее время основным способом термической переработки ТБО является их прямое сжигание. По некоторым данным сегодня мире эксплуатируется более 2 тыс. установок, сжигающих ТБО на механических колосниковых решетках, около 200 топок для термической переработки отходов в кипящем слое, примерно 20 барабанных печей, в основном цементных, где сжигают ТБО, а также, единичные установки с использованием пиролиза и газификации [1]. При этом практически все мировые энергоустановки используют обработанные ТБО, так называемый RDF (Refuse Derived Fuel).

Топливо RDF используется в качестве частичного замещения основного вида топлива, например, для сжигания в цементных печах и энергетических установках в теплоэлектроцентралях, а также на заводах по изготовлению строительных материалов. Высокие температуры, используемые в этих производствах, дают возможность сжигать этот вид топлива, не причиняя серьезного ущерба окружающей среде.

Следует заметить, что в России производство RDF практически отсутствует и, поэтому, все действующие мусоросжигательные котлы, расположенные в незначительном количестве у полигонов мегаполисов, работают на смешанных несортированных бытовых отходах, при этом некоторые из них используют технологии, в которых практически решены экологические проблемы [2, 3].

RDF – топливо, полученное путем измельчения, сепарации и обезвоживания твердых бытовых отходов, с применением технологий их преобразования. В процессе сепарации и преобразований из отходов отбирается горючая и с высокой теплотой сгорания фракция. В зависимости от требований оборудования, для которого предназначен этот вид альтернативного топлива, RDF может быть приготовлен в измельченном состоянии, в виде пеллет или в виде спрессованных брикетов. Этот метод переработки ТБО появился в середине прошлого века и пользуется популярностью в технологически развитых странах.

Анализ литературы по топливу RDF показывает, что к этому классу топлива относятся практически все виды топлив, полученные из ТБО, без различия каким путём они получены. Причём предварительный этап приготовления RDF, так называемый «front-end» является общим для всех способов его производства. Состав оборудования системы «front-end» в развитых странах, то есть наличие сепарации прочных негорючих материалов, включая магнитных, измельчителей, грохотов, воздушных классификаторов, баллистического сепаратора, сепарации с использованием инфракрасных и рентгеновских лучей и пр. во многом зависит от композиционного состава ТБО, как сырья. По сути дела на этом начальном этапе происходит первичное облагораживание ТБО и его подготовка к следующему этапу. Существующая сложившаяся в мире практика производства RDF из муниципальных твердых отходов (MSW) показывает, что схема производства состоит из ряда различных процессов, в целом включающих:

- первичную сепарацию у источника ТБО (на месте сбора производится отбор части стекла, металла, бумажно-картонных изделий и пищевых отходов в отдельные контейнеры);
- транспортировку ТБО к месту переработки и хранение;
- сортировку (автоматическую, полуавтоматическую или ручную) или механическую сепарацию;
- уменьшение размера (дробление, измельчение и размол);
- сепарацию и грохочение (с возвратом крупных фракций свыше 50 мм на повторное измельчение);
- смешивание всей измельчённой массы;
- сушку и изготовление пеллетов или брикетов (этот процесс может включать в себя предварительную термическую обработку, а вид конечной продукции определяется техническими условиями потребителя);
- упаковку и складирование.

Обычно, перед измельчением смешанный материал (ТБО) подвергается грохочению для извлечения части, возвращаемой на повторное использование (например, металлы), инертной части (такие, как стекло) и отделяют влажную органическую биомассу способную к гниению (например, пищевые и растительные отходы) имеющую высокие значения влажности и зольности. Последняя часть, то есть влажная органическая биомасса может быть отправлена на дальнейшую обработку, такие как, компости-

рование или анаэробную переработку и могут быть использованы для улучшения почвы или просто захоронены. В некоторых случаях, органический материал может быть высушен в процессе биологической обработки (так называемый, процесс «сухой стабилизации»). Крупные фракции или отбрасываются или возвращаются на измельчение. Средние фракции, содержащие бумагу, картон, древесину, пластмассу и ткани можно сжигать сразу как сырое необработанное топливо (с-RDF) или высушивать и пеллетизировать (или брикетировать) в плотный RDF (d-RDF). Решение по переработке в пеллеты обычно принимается из условий хранения и наличия и характеристики средств их сжигания.

Главным показателем качества топлива RDF для потребителя является его теплота сгорания и она в большей степени зависит от содержания в отходах горючих фракций. Средние значения теплоты сгорания топлива RDF лежат в пределах от 12 до 18 МДж/кг. Существуют методы увеличения теплоты сгорания топлива на конечной стадии процесса его производства. В него могут добавляться искусственные компоненты, обладающие более высокой теплотой сгорания. Это может увеличить область применения RDF, но при этом вырастает и стоимость конечного продукта.

Следующим немаловажным показателем качества топлива RDF при его производстве и применении являются экологические последствия при его использовании. Должен проводиться серьезный анализ компонентов, входящих в состав топлива и продуктов его утилизации (условий сжигания или газификации). В этом случае, при анализе морфологического и элементного состава исходного ТБО, следует прогнозировать и состав RDF и условий его утилизации для экономической оценки, что выгодней, исключение попадания вредных веществ в RDF или оборудование энергоустановки дополнительными средствами очистки.

Важным фактором является также и количественный показатель производства RDF, производимого из одной тонны ТБО (MSW), который меняется в зависимости от типа сбора (состава ТБО) и качественного требования к процессу обработки. Информация из обзора [4] показала, что уровень производства RDF от ТБО варьируется между 23 и 50 % от веса отходов в зависимости от используемого в этой стране процесса обработки.

В зависимости от состава измельченного и сепарированного ТБО следующим этапом приготовления RDF может быть выбран один из следующих методов:

- термическая переработка;
- биологическая переработка (аэробное или анаэробное сбраживание).

Биологическую переработку мы здесь не рассматриваем, так как целью данной статьи является рассмотрение предложений по производству брикетов из ТБО в установке, интегрированной в схему газификации. При этом в процессе изготовления брикетов из ТБО используется тепло полученное при газификации этих же брикетов в газогенераторах плотного слоя.

По термической обработке можно рассматривать два подхода:

• Торрефакция («обжарка» материала без доступа окислителя) измельченного отсепарированного ТБО. В свою очередь, здесь могут существовать две схемы:

- «Обжарка» материала производится во вращающейся барабанной печи, оборудованного горелкой в форкамере, где сжигается часть генераторного газа. Режим поддерживается автоматически по температуре отработанных газов за печью. Газ выжигается в форкамере таким образом, что материал не соприкасается с открытым пламенем. Далее материал отправляется на брикетирование.

- Вторым источником тепловой энергии для торрефакции может служить часть отработанных дымовых газов за второй зоной трёхзонного газогенератора (выносной камеры сгорания), конструкция которой описана в [5].

При этом термическая обработка (торрефикация) сопровождается нагревом в инертной среде до 200-250 °С, при котором происходит определённое обезвоживание полуфабриката, начинают обугливаться древесина и плавиться полиэтилен, полипропилен пластиков и прочие пластики.

- Брикетирование измельчённого сепарированного ТБО по традиционной схеме ООО «ТехноРесурс» с максимальным прогревом брикетов и с использованием внутреннего тепла полученного при газификации. При прогреве брикетируемой массы до 200-250 °С процесс брикетирования происходит без добавления связующих – эту функцию выполняет размягчённый пластиковый материал.

В последнее время предприятием ООО «ТехноРесурс» были проведены многочисленные исследования по получению брикетов, окускованного топлива из различных материалов. Целью всех этих исследований была разработка и оптимизация различных технологических операций по брикетированию с применением механоактивации, управляемых температурных воздействий, вибрации, ультразвуковой вибрации, с применением смазывающих материалов и также материалов с меньшим сопротивлением трения. Результатом являлись разработанные технологические операции по недорогим и эффективным способам снижения влажности материалов, механического обезвоживания, комбинирования материалов различной исходной влажности, производства брикетов без добавления связующих. При этом по каждому типу получаемых брикетов исследовались их прочностные и теплотехнические характеристики и определялись области применения.

Разрабатывались также технологии брикетирования, где в качестве связующего материалов использовались компоненты отходов производства. Такими материалами были полиэтилен, пластики в составе ТБО, лигнин и другие. Был проработан и процесс брикетирования измельчённого ТБО в шнековом прессе без добавления связующих, а с использованием содержащихся в брикетируемой массе пластиковых материалов (рис.1).



Рис.1. Процесс брикетирования измельчённого ТБО в шнековом прессе

Входным сырьём для брикетирования может быть, как прошедшие операции сепарации измельчённые влажные ТБО, так и торрефакцированный материал из ТБО. В упрощённом виде, процесс брикетирования торрефакцированного материала ТБО для последующей газификации будет выглядеть следующим образом [6]:

- В первом случае входное сырьё поступает в виде измельчённого ТБО без включений стекла, металла, негорючих строительных материалов. Максимальная влажность до 35-40%, размер частиц бумаги, ткани, полиэтилена примерно до 30 мм,

при этом размеры частиц материала от 20 до 30 мм, не превышают более 20-25%. Включения древесины допускается с размером частиц не более 4-5 мм, и в количестве не более 10%.

Сырьё загружается в бункер и откуда поступает на шнекопоршневой механоактиватор с функцией частичного обезвоживания, а затем на шнекопоршневой пресс, с регулируемым подогревом выходной фильеры. После устройства резки, калибровки брикеты поступают в бункер – накопитель и затариватель биг-бегов или в газогенераторное производство.

- Во втором случае охрупченный торрефакцированный материал ТБО домалывается до фракции (размера) 3 мм с преимущественным содержанием частиц до 1 мм. Это может быть сделано молотковой дробилкой или вибромельницей. Для помола возможно использование механоактиваторов. Далее размолотый материал и связующий материал подаются в бункер, оборудованный дозаторами с системой виброактивации для исключения зависания материала.

На рис.2 представлена технологическая схема производства брикетов из сортированного ТБО производительностью 8 т/ч по брикетам или 20 т/ч по смешанному сырью ТБО. Исходный материал (смешанные сырые твёрдые бытовые отходы в количестве примерно 20 т/ч), подаются из приёмного бункера на ленточный конвейер, на котором мусор сортируется вручную (отсев при этом составит порядка 20%). Оставшаяся масса в количестве примерно 16 т/ч, шнековым транспортёром подаётся в измельчитель первичного грубого измельчения (с отделением чёрного металла) – на схеме не показан.

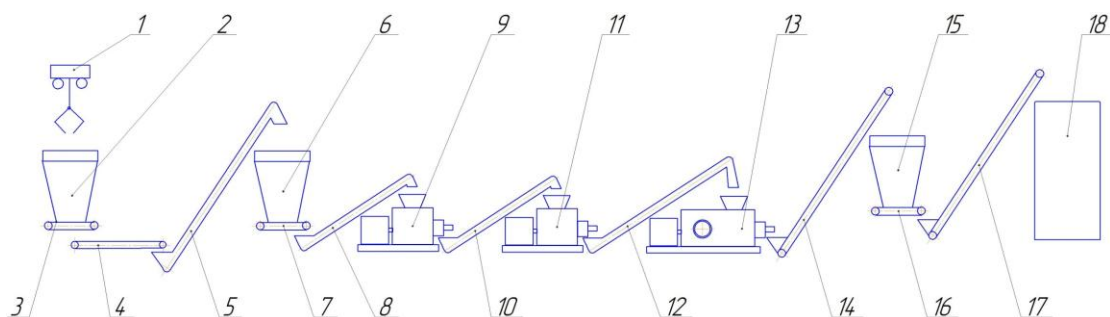


Рис.2. Технологическая схема производства брикетов из сортированного ТБО.

- 1 – грейферный погрузчик; 2 – приёмный бункер ТБО; 3 – дозатор; 4 - конвейер ручной сортировки ТБО; 5 – шнековый транспортер; 6 – бункер-накопитель измельчителя; 7 – дозатор; 8 - шнековый транспортер; 9 – механоактиватор №1; 10 - шнековый транспортер; 11 - механоактиватор №2; 12 – шнековый транспортер; 13 – шнекопоршневой пресс; 14 – ленточный конвейер; 15 – бункер-накопитель готового брикета; 16 – дозатор; 17 – ленточный конвейер; 18 – газогенератор.

Измельчители (шредеры) с функцией отделения чёрного металла, изготавливаются в Германии, Австрии и др. странах Европы. Представлены на рынке и измельчители грубого первичного измельчения, но без отсева металла, производства России. По стоимости они отличаются незначительно и находятся в интервале 220-250 тыс. евро. После первичного измельчения и усреднения, влажность ТБО, согласно данным [4], составит 50-65%. Далее шнековым транспортером данная масса подаётся в механоактиватор № 1 (производство ООО «ТехноРесурс»), с функцией частичного обезвоживания, измельчения, уплотнения, перемешивания. Выходная фильера (насадка) или корпус, оборудуется нагревателем (электрическим, газовым или паровым). На этом этапе расчётная влажность должна быть снижена до 40-45%. Выход вытесненной влаги составит примерно 3-3,5 т/ч.

Полученная частично обезвоженная в механоактиваторе № 1 смесь ТБО в количестве примерно 12-13 т/ч, влажностью ~ 40-45%, направляется шнековым транспортом во второй механоактиватор для дальнейшего смешивания, разогрева, уплотнения, осушения. На выходе из второго механоактиватора получается масса полуфабриката в количестве 10-11 т/ч, остаточной влажностью 30-35%.

Затем полученная масса ТБО, шнековым транспортом, через управляемый частотный привод, равномерно подаётся в шнекопоршневой пресс высокого давления, с регулируемым нагревом формирующей насадки. При этом происходит дальнейшее снижение влажности материала до уровня 12-15%, и на выходе получается окускованное топливо, брикеты заданных размеров в количестве порядка 9 т/ч, с температурой 90-95 °С. Полученные брикеты ленточным конвейером подаются в бункер накопитель, где остывают и где происходит окончательное осушение до влажности 7-8%, с окончательной массой порядка 8 т/ч.

В зависимости от технических условий потребителя брикетов их размеры могут быть различными. Так, например, для последующей газификации в атмосферных газогенераторах плотного слоя предпочтительны брикеты кольцевого типа цилиндрической формы с наружным диаметром 40 мм и внутренним диаметром канала 10-15 мм, длиной 50-60 мм. В то же время для газогенераторов, работающих под давлением, вполне подойдут брикеты цилиндрической формы с диаметром 20-25 мм и длиной 30-40 мм.

Следует заметить также, что всё оборудование, используемое в системе брикетирования (механоактиваторы, дозаторы для материала высокой вязкости и адгезии, конструкции шнеков и пр.), кроме измельчителей, является нестандартным оборудованием разработки и изготовления ООО «ТехноРесурс».

Литература

1. Загруддинов Р.Ш. Подготовка и газификация твердых бытовых отходов в двухзонных газогенераторах прямого процесса, работающих в составе мини-ТЭЦ и комплексов по производству синтетических жидких топлив / Р.Ш. Загруддинов, В.Н. Негуторов, Д.Г. Малыхин, П.К. Сеначин, М.С. Никишанин, С.А. Филипченко // Ползуновский вестник. – 2013. - № 4/3. – С. 47-62.
2. Пурим В.Р. Безотходная ТЭС на бытовом мусоре с использованием новой технологии горения // Теплоэнергетика, 2009. № 11, С. 25-29.
3. Баскаков А.П. Перспективы сжигания твёрдых бытовых отходов в России в целях получения тепла и электроэнергии // Теплоэнергетика, 2014. № 4, С. 21-29.
4. European Commission – Directorate General Environment. Refused Derived Fuel, Current Practice and Perspectives (B4-3040/2000/306517/MAR/E3) / Final Report/ WRC Ref: CO5087-4, JULY 2003.
5. Загруддинов Р.Ш. Слойные газогенераторы для региональной энергетики / Р.Ш. Загруддинов, А.Ф. Рыжков, Т.Ф. Богатова, Д.Г. Малыхин, А.В. Попов, В.Н. Негуторов // Электрические станции. – 2012. - № 10.
6. Никишанин М.С. Углеродосодержащие брикеты на разных связующих веществах, их теплофизические характеристики и использование в газогенераторах / М.С. Никишанин, П.К. Сеначин // Ползуновский вестник. – 2009. - № 1-2. – С. 305-311.

ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ ЗАМКНУТОГО ЦИКЛА В СОСТАВЕ ЭКОКОМПЛЕКСА НА ОСНОВЕ ПРИРОДОПОДОБНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Огородников И.А.

*Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения РАН,
г. Новосибирск*

Анализ состояния цивилизации, проведенный в 80-х годах прошлого века специальной комиссией ООН по окружающей среде и развитию, выявил глобальные проблемы, требующие решения [1]. Итогом проделанной работы стала конференция ООН по окружающей среде и развитию в 1992 году в Рио де Жанейро. Главным документом конференции стала программа «Повестка дня на 21 век» [2,3]. Влияние человека на ухудшение состояния окружающей среды – одна из основных проблем [4]. Значительную роль в этом процессе играют населенные пункты. Поэтому в 1996 году была принята специальная программа по населенным пунктам «Повестка дня Хабитат» [5]. В программе отмечается, что жилой сектор является значительным фактором ухудшения окружающей среды.

Эффективным решением для изменения негативной тенденции в положительную сторону является перевод жилого сектора на энергоэффективные и экологичные природоподобные технологии. При глобальном переходе на подобные технологии человечество может сменить процессы деградации экосистемы на восстановление.

Одно из направлений – это формирование замкнутого оборота органического вещества, возникающего при производстве продуктов питания в сельском хозяйстве и органических отходов в процессе жизнедеятельности.

Состояние проблемы.

Оборот органики в городах и сельском хозяйстве на единицу площади значительно превосходит оборот органики в естественных условиях. Этот процесс можно использовать не только для улучшения экологической обстановки в населенных пунктах, но и в развитии сельскохозяйственного производства без искусственных удобрений и восстановлении нарушенных почв. Это может стать одним из механизмов практической реализации части программ «Повестка дня на 21 век» и «Повестка дня Хабитат» в России. На базе современных отечественных технологий можно уже сейчас проектировать и строить экокомплексы, которые не только вырабатывают необходимое количество энергии для своей работы, но и формируют положительный экологический след. В разных странах мира уже эксплуатируются подобные экокомплексы. В России, расположенной в четырех климатических зонах, включая самую холодную на планете, где живет достаточно много людей и которую предстоит заселить, это особенно важно. Но надо иметь в виду, на территории Сибири эффективные круглогодичные комплексы необходимо строить в закрытых отапливаемых помещениях. Не менее важно решение этой проблемы и в засушливых зонах, включая аридные. Опыт подобного строительства и технологическая база в России уже сформированы [11,12].

Для массового строительства таких экокомплексов нужны центры демонстрации экотехнологий, нужны экокомплексы в городах и населенных пунктах с функциями обучения. Целесообразно модельные комплексы строить при университетах для подготовки специалистов с квалификацией и навыками нового типа [13].

Предлагаемый в работе концептуальный проект экокомплексов, в составе которых находятся очистные сооружения, представляет собой экокомплекс замкнутого

цикла, позволяющий производить переработку отходов жизнедеятельности населённого пункта среднего размера с одновременным проживанием в поселке до 5000 постоянных жителей. Комплекс рассчитан на применение в местах, где предъявляются повышенные экологические требования, например, в Байкальской природной территории.

Необходимость перехода на подобные технологии связана с тем, что в России и мире наблюдается высокая степень деградации почв [14], восстановление которых до естественного состояния необходимо для устойчивости местных экосистем. С другой стороны, в населенных пунктах, а особенно в крупных городах переработка органики на порядки превышает оборот естественных не тронутых цивилизацией условий [10]. Наибольшая проблема связана с тем, что органика в городах часто смешана с твердыми бытовыми отходами, содержащими много разных компонентов. Поэтому выделение органики и возврат в природу органических отходов и включение ее в естественные природные процессы являются жизненно важным.

Основные подходы и технологии, которые обеспечивают замыкание цикла переработки органики и утилизации ее, и очищенных стоков, в агропроизводстве и наращивание плодородия почв представлены в работах [8], [15],[16], [17].

Переработанные отходы, превращенные в биогрунты, почвенные растворы и органоминеральное удобрение, используются для производства зелени, овощей и ягод. Дополнительное производство пищевой продукции приносит доход за счет реализации населению. Это снижает расходы бюджета на эксплуатацию экокомплекса.

В состав экокомплекса включены очистные сооружения канализации замкнутого цикла без сброса очищенных стоков в естественные водоемы. Эти очистные сооружения принимают стоки, и концентрированную суспензию выгребных ям, завозимую ассенизационными машинами.

Очистные сооружения представляют комплекс, предназначенный для механической и биологической очистки сточной жидкости, последующей ее доочистки в зернистых фильтрах, биогазовой установке и открытых водоемах пермакультурного парка.

Образующиеся осадки (сырой осадок первичных отстойников) и избыточный активный ил из сооружений биологической очистки обрабатываются, и обеззараживаются в анаэробных условиях, и используется в технологической цепочке экокомплекса для производства экогрунта с высоким содержанием гумуса благодаря применению вермикультуры.

Часть стоков из первичного отстойника поступает в биореактор для производства биогаза, который используется для обогрева комплекса в зимнее время. Дополнительным полезным продуктом этой части технологической цепочки очистки являются органоминеральные удобрения.

Экогрунт поступает в круглогодично работающую теплицу (биовеgetарий), предназначенную для выращивания зелени, овощей и ягод. Очищенная вода проходит цикл обеззараживания в капельной форме в камере с озоном. Обеззараженная вода поступает в водоем, расположенный в биовеgetарии, где происходит дальнейшая биологическая очистка водными гиацинтами. Из водоёма очищенная вода используется для технических нужд экокомплекса и полива растений в биовеgetарии.

Энергозатраты на обогрев экокомплекса снижаются за счет применения энергосберегающего оборудования, а остальная часть покрывается сжиганием биогаза, полученного в биогазовой установке, после которой из сточных вод получается частично очищенная вода, которая проходит тот же процесс доочистки и дальнейшего использования.

Технология очистки стоков и обработки осадков

Способ доставки хозяйственно-фекальных стоков может осуществляться двумя способами. В небольших населенных пунктах жилые, административные и хозяйственные объекты часто рассредоточены и доставку на очистные сооружения целесообразно

осуществлять с помощью ассенизационных машин. При откачке из накопительных емкостей хозяйственно-фекальные стоки обогащаются Концентрированным Почвенным Раствором и вначале попадают в резервуар-усреднитель, из которого они равномерно в течение суток откачиваются насосами на очистку. Устройство усреднителя позволяет сократить объёмы сооружений, снизить капитальные затраты, обеспечить стабильность работы всего комплекса сооружений, в том числе сооружений биологической очистки.

Для предупреждения осаждения взвешенных частиц усреднитель оборудуется мешалками. Для задержания крупных включений и минеральных частиц перед усреднителем устраиваются решетки и песколовки. Отбросы с решёток и осадок из песколовки подвергаются термической обработке с целью уничтожения яиц гельминтов.

После песколовки стоки поступают в первичные отстойники и освобождаются от всплывающих и оседающих частиц. Задержанный в отстойниках жир и оседающие частицы периодически выгружаются в сооружения анаэробной обработки осадка для его стабилизации и обеззараживания.

Достоинством этого метода обработки осадка является получение биогаза (метана).

Стабилизированный и дегельминтизированный осадок подается в цех производства экогрунта, где происходит его обезвоживание и гранулирование вермикультурами. Полученный экогрунт и концентрированный почвенный раствор используется в круглогодичном и летнем биовеgetариях, в пермакультурном огороде для выращивания зелени, овощей и ягод.

Доход от реализации продукции частично компенсирует эксплуатационные затраты экокомплекса.

Осветленные в первичных отстойниках стоки самотеком направляются в аэротенк, который предназначен для биохимического окисления растворимых и нерастворимых органических веществ. На этой стадии при расщеплении органических веществ азот и фосфор, находящиеся в сточной жидкости, усваиваются микроорганизмами активного ила, увеличивая биомассу активного ила. Аэрация иловой смеси в аэротенке осуществляется воздухом, нагнетаемым компрессором, через перфорированные трубы или мелкопузырчатые аэраторы.

Часть стоков из первичного отстойника направляется через измельчитель в высокоскоростной биореактор для получения биогаза, жидкого органоминерального удобрения и чистой воды.

После аэротенка иловая смесь направляется во вторичный отстойник для отделения активного ила от биологически очищенной сточной жидкости. Большая часть осевшего активного ила (99%) возвращается в аэротенк для поддержания процесса биохимического разложения органических веществ. Оставшаяся часть (это прирост избыточного ила около 1%) после предварительного сгущения закачивается в сооружение для анаэробного сбраживания осадка.

Биологически очищенная сточная жидкость из вторичных отстойников подается на доочистку. В качестве сооружений для доочистки используется фильтр, загруженный гравием (поддерживающие слои) и песком (рабочая загрузка).

Стоки, пройдя песчаный фильтр, освобождаются от частиц активного ила, выносимых из вторичного отстойника. Частицы активного ила накапливаются в верхних слоях загрузки и служат биологическим фильтром, благодаря которому на стадии доочистки происходит дополнительная биохимическая очистка стоков.

В зависимости от принятой крупности рабочей фильтрующей загрузки очищенная сточная жидкость характеризуется следующими показателями: взвешенные вещества 1-4 мг/л, БПК 3-5 мг/л.

Для справки: вода, используемая для питьевых целей, содержит взвешенных веществ 1-1,5 мг/л, БПК около 3 мг/л.

Для удаления загрязнений, накопившихся в фильтрующей загрузке, предусматривается её периодическая промывка доочищенной сточной жидкостью с возвратом промывной воды в голову сооружений для повторной очистки.

После анаэробного сбраживания сырого осадка и избыточного активного ила стабилизированный и дегельминтизированный осадок подготавливают для использования в вермиблоке.

В вермиблоке органические вещества анаэробно сброженного осадка перерабатываются в экогрунт дождевыми червями и симбиотным сообществом микроорганизмов. Дополнительными экопродуктами в этом процессе является концентрированный почвенный раствор и дождевые черви.

Вокруг экокомплекса предусмотрено формирование пермакультурного парка. Излишки экопродукции будут использоваться при его формировании. После экокомплекса очищенные сточные воды попадают в систему прудов пермакультурного парка. В этих прудах осуществляется глубокая доочистка сточных вод после экокомплекса и утилизация биогенных элементов, таких как фосфор, азот и калий.

В зимнее время излишние воды, поступающие из очистных сооружений намораживаются, чтобы в вегетационный период талые воды использовать для орошения пермакультурных огородов.

Выращенная экологически чистая продукция будет использоваться для питания местных жителей и отдыхающих туристов.

В составе экокомплекса предусмотрено служебное жилье из экодомов, предназначенное для сотрудников, обслуживающих экокомплекс и пермакультурный парк. Энерго- и теплоснабжение экодомов осуществляется за счет энергии, вырабатываемой экокомплексом.

Экокомплекс и пермакультурный парк, созданный по предлагаемым технологиям, является безубыточным и возвращает в природу больше, чем взял у нее.

Автор выражает благодарность Амбросовой Г.Т. за ценные замечания.

Литература

1. Наше общее будущее. Доклад Международной комиссии по окружающей среде и развитию. – Москва, изд-во "Прогресс". 1989. 448 С.
2. Повестка дня на 21 век, ООН, Рио-де-Жанейро, 1992г. 300 С.
3. В.А. Коптюг. Конференция ООН по окружающей среде и развитию. (Рио-де-Жанейро, 1992г.) Информационный обзор, СО РАН, 1992.
4. На пути к устойчивому развитию России», Бюллетень Института устойчивого развития Общественной палаты РФ, No 61, 2012. [<http://www.ecopolicy.ru/upload/File/Bulletins/B-61.pdf>]
5. Повестка дня Хабитат, ООН, Стамбул, 1996, 250 С.
6. Российский статистический ежегодник. Выпуски с 2003 по 2015 гг.
7. Огородников И.А. Если строить, то экодом // ЭКО. –Новосибирск. –1992. –№6.С–С. 35.
8. Огородников И. А., Макарова О. Н., Дубынина Е. С. Экодом в Сибири. – Новосибирск: ИСАР-Сибирь, 2001. –86 с.
9. Малюга А.А., Огородников И.А. Экологическое домостроение. Огород экодому. ГПНТБ СО РАН, ИТ, Ин-т земледелия и химизации сельского хозяйства СО РАН. 2001. – 152 с. – (Сер. Экология. Вып.69).
10. Огородников И.А., Григорьев В.А. Экологическое домостроение. Проблемы экологизации городов в Мировой, России, Сибири. ГПНТБ СО РАН, 2001. –152 с. –(Сер. Экология. Вып.63).

11. Сибирский дом 21 века [сетевой ресурс] - <http://www.itp.nsc.ru/ecodom/>.
12. Энерго- и ресурсоэффективность малоэтажных жилых зданий: Материалы II Всероссийской научной конференции с международным участием, Новосибирск, 24 – 26 марта 2015 г. – Новосибирск: Институт теплофизики СО РАН, 2015. – 501 с., [Стевой ресурс] - http://www.itp.nsc.ru/conferences/mzhz_2015
13. Огородников И.А. Экологическое жилье и окружающая среда. Научные исследования студентов // Организация научных исследований студентов и школьников в области экологии. – Новосибирск: НГУ, 2000. – С89
14. Кузина И.М. Современные тенденции развития и сдвиги в географии аграрного сектора мира// Вопросы экон. и полит. Географии зарубежного мира. Вып. 16. М., 2006. С.45-64
15. Чумаков А.Н. Просвещение в области экологизации сельского хозяйства – один из путей к достижению экологической, продовольственной и климатической безопасности Сб. Материалы научн.-практ Конференции «Энерго-и ресурсоэффективность малоэтажных жилых зданий»: - Новосибирск: ФГБУН Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН, 2015,- с.405-412.
16. Шапиро В.А. Промышленные технологии ХБО для освоения земель с экстремальным климатом. Сб. докладов II Всероссийская науч. Конференция с международным участием «Энерго- и ресурсоэффективность малоэтажных жилых зданий»: - Новосибирск: ФГБУН Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН, 2015, - с.414-418.
17. Огородников И.А. Дом 21 века Сб. докладов Третьей международной науч.- практ. Конференции «Безопасность среды жизнедеятельности»: - Республика Крым, г. Симферополь – г. Судак, 2016, - с. 33-38.

ОСТРОВ ОЛЬХОН – МОДЕЛЬНАЯ ЭКОТЕРРИТОРИЯ

Огородников И.А. *, Калихман А.Д. **, Семенова Э.Ф. *, Бенчарова Н.В. ******

**Институт теплофизики СО РАН, Ассоциация экспертов по экотехнологиям, альтернативной энергетике и экологическому домостроению, г. Новосибирск,*

***Институт географии СО РАН, г. Иркутск*

****Координационный совет Ольхона, г. Иркутск*

*****Общественная организация Ольхонского района «Новое поколение», пос. Хужир, Ольхон*

Байкал – особое озеро нашей планеты и выдающийся природный объект. Оно самое древнее и глубокое озеро в мире. Вода в нем насыщена кислородом до наибольших глубин по сравнению с другими озерами. Экосистема Байкала является природной «фабрикой», очищающей воду до самых больших по чистоте показателей в природе в таких масштабах. Именно поэтому важно системное решение по защите озера от антропогенного воздействия.

В работах [1], [2] проведен анализ соотношения природного и антропогенного воздействия на оз. Байкал. Описано физическое воздействие на озеро в результате постройки Иркутской ГЭС, химическое загрязнение судоходством, туристической активностью, стоками и смывами из населенных пунктов, сточными водами, выбросами в атмосферу и другими видами загрязнений. По данным [2] наибольшее загрязнение (>83 %) обусловлено водами притоков (реки, ручьи). Второе по значимости загрязнение (>15 %) поступает из атмосферы. Третье место (<1 %) занимают загрязнения от БЦБК. На четвертом месте – загрязнения от других предприятий и населенных пунктов по берегам озера, затем, по степени влияния на экосистему озера идут туризм и судоходство (всё вместе – около 0.5%). В работе указан убывающий ряд загрязнителей, поступающих в озеро: минеральные соли, взвешенные вещества, растворенные органические вещества, сульфаты, минеральные формы азота и фосфора, нефтепродукты, серосодержащие органические соединения, тяжелые металлы и синтетические поверхностно-активные вещества. Поскольку населенные пункты находятся на реках и ручьях, бытовые стоки присутствуют во всех видах загрязнителей.

Несмотря на принятую федеральную целевую программу по сохранению озера Байкал, антропогенные сбросы не уменьшаются. Поэтому Иркутская область и Республика Бурятия из-за множества проблем с охраной озера Байкал и отсутствием эффективных технологий ликвидации накопленного ущерба попали в последнюю десятку «Экологического рейтинга по результатам зимы 2016 – 2017», проводимого ежегодно Общероссийской Общественной организацией «Зеленый патруль» [3].

Летом 2016 года инициативным сообществом специалистов и представителей бизнеса Иркутской области и Республики Бурятия сформирована программа "Байкал: Великое озеро Великой страны".

В настоящей работе предлагается проект «Остров Ольхон – модельная экотерритория», входящий составной частью в эту программу. Цель проекта – на примере острова Ольхон показать применение природоподобных технологий, которые позволят повысить качество жизни жителей острова и обеспечат сохранение и восстановление уникальных природных ландшафтов, флоры и фауны острова Ольхон. В работах [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11], [12] предложены подходы и природоподобные технологии, необходимые для выполнения проекта. В дальнейшем полученные решения можно распространить на всю Центральную экологическую зону

Байкальской природной территории. Отправным шагом является зонирование и развитие территории с учетом экотехнологий, которые будут использоваться, повышение экологической культуры населения, развитие социокультурных пространств и самообеспечение основными продуктами питания жителей острова и туристов.

Достижение цели подразумевает изменение образа жизни жителей острова, организацию цивилизованного туризма и сельскохозяйственной деятельности. Для этого необходим переход жителей острова на природоподобные технологии жизнеустройства в своих домохозяйствах и базах, расположенных на острове. Это даст возможность на частных примерах сформировать механизм перехода на самообеспечение острова базовыми продуктами питания (производство экологически чистых продуктов питания), и на этой основе запустить процесс экологизации острова.

Перераспределение чрезмерной посетительской нагрузки с известных достопримечательных мест можно обеспечить за счет раскрытия потенциала и обустройства широкого перечня других уникальных объектов острова. На первом этапе предполагается создать:

- археологический объект в Ялге;
- дендрологический участок в Харанцах;
- этнографический комплекс с музеем в Малом Хужире и Халгае;
- геологический комплекс в Халгае;
- музейный комплекс в Песчанке;
- реконструкция музея имени Ревякина;
- создание на острове системы экскурсионных пешеходных троп, велосипедных дорожек, конных маршрутов и обустроенных мест посещения природных и культурных ландшафтов;
- восстановление уникальных степных ландшафтов, измененных перевыпасом скота в 1970-е годы, реинтродукция типичных для степей видов растений, включая злаковые, бобовые, редкие виды, такие, как черепоплодник почтишерстистый, астрагал ольхонский, эдельвейс, чабрец и другие растения;
- формирование условий для сохранения редких видов животных (резерваты, искусственные гнезда и др.)
- восстановление леса;
- многофункциональный образовательный центр для детей и взрослых (школа искусств, народное творчество, школа бурятского языка, спортивные секции);
- реконструкция традиционных национальных игр, праздников и обрядов с дальнейшим воссозданием традиций народов, населяющих Ольхон;
- создание деревни промыслов и ремесел народов острова Ольхон и Байкальского региона (организация мастерских по производству сувенирной продукции ручной работы, проведение национальных праздников и др.);
- создание и реконструкция уникальных объектов острова;
- организация работы Центра поддержки общественных инициатив острова Ольхон.

Второй частью работ по преобразованию острова в экологически эффективную территорию является создание инженерной инфраструктуры жизнеобеспечения в домохозяйствах, туристических базах и, в целом, на территории населенных пунктов, организация сельскохозяйственного производства на основе экологических принципов. Основными элементами такого преобразования являются объекты:

- экомплекс замкнутого цикла по переработке бытовых стоков и доочистке бытовых стоков после локальных очистных сооружений, расположенных на территориях туристических баз и домохозяйств, производству экопочвы и выращиванию экологически чистых овощей;
- экомплекс для обслуживания экомплекса;
- центр зеленых технологий при экомплексе для обучения жителей экотехнологиям;
- агротерритория при экомплексе для производства овощных культур и выращивания зерновых для восстановления почв на входящем в экомплекс земельном участке;
- реконструкция всех муниципальных зданий и сооружений в энергоэффективные по технологиям экологического домостроения;
- строительство экоусадб и реконструкция существующих домохозяйств в экоусадбы (жилые дома, туристические базы) на средства частных заказчиков;
- строительство круглогодичных биовегетариев для производства экогрунта и овощей жителями острова и на их средства;
- выращивание местных овощей для собственных нужд без применения химических удобрений в экомплексе;
- производство продуктов, созданных на основе местных дикоросов, выращенных на плантациях в фермерских хозяйствах.

Целью проекта является формирование нового экологического мышления в сообществе, проживающем на острове Ольхон. У жителей острова есть понимание необходимости восстановления природы и экологического развития острова при условии развития туризма [13]. При этом нет достаточных знаний и навыков для использования такого понимания в своей повседневной жизни. При решении этой задачи необходимо понимать, что она не решается извне и быстро. Она решается только путем самоорганизации местного сообщества, которое займет не один год. Необходима практическая информация, методики профессионального решения конкретных задач и обучение сначала самых заинтересованных и инициативных людей. Среди жителей острова есть примеры успешной реализации экологических проектов. Поэтому, приоритетными для запуска являются подпроекты, которые обеспечат формирование локальных сообществ из жителей острова, связанных общими интересами. Чтобы сформировался саморазвивающийся процесс надо, чтобы около 10 % населения острова осознанно включились в этот процесс [14].

Чтобы достичь этого порога, в первую очередь необходимо развивать эффективную работу Центра поддержки общественных инициатив острова Ольхон и Многофункциональный образовательный центр для детей и взрослых (школа искусств, народное творчество, школа бурятского языка). Они должны способствовать увеличению числа местных инициатив, социокультурных и экологических проектов, реализуемых жителями острова в рамках отмеченных выше направлений.

Следующими по значимости являются Деревня промыслов и ремесел народов острова Ольхон и Байкала (организация мастерских по производству сувенирной продукции ручной работы, проведение национальных праздников).

Перечень результатов реализации программы "Байкал: Великое озеро Великой страны", в которой будет задействовано не менее 10% семей проживающих на острове, приведен ниже.

В области систем жизнеобеспечения:

1. Создан полигон, в составе которого будет экокомплекс для адаптации природоподобных агротехнологий 6-го технологического уклада в области организации жизнедеятельности жителей острова.

2. В составе экокомплекса сформирована аграрная территория для выращивания овощной и зерновой продукции, покрывающих потребности в овощах и зерне.

3. При экокомплексе будет построен экопоселок для обслуживающего персонала.

4. Организована непрерывная подготовка и переподготовка специалистов из жителей острова для приобретения новых знаний и навыков, полученных на реальных объектах экокомплекса.

5. Будет организован процесс строительства экоусадб (жилые дома, туристические базы) на средства частных заказчиков с применением минитехнологий и 3D-принтеров.

6. Построены круглогодичные биовегетарии (в подворьях фермерских хозяйств), необходимые для организации самообеспечения жителей острова и туристов натуральными овощами и зеленью.

7. Реконструированы все муниципальные здания и сооружения с использованием энергоэффективных и сберегающих ресурсы экотехнологий.

8. Организовано производство продуктов, созданных на основе дикоросов, выращенных на плантациях в фермерских хозяйствах.

В социально-культурной области и национальных ремесел.

1. Создан многофункциональный образовательный центр для детей и взрослых (школа искусств, народное творчество, школа бурятского языка), обеспечивающий творческое развитие жителей острова, изучение народных ремесел, традиций и обрядов.

2. Создана деревня промыслов и ремесел народов острова Ольхон и Байкала (организация мастерских по производству сувенирной продукции ручной работы, проведение национальных праздников).

3. Произведена реконструкция традиционных национальных игр, праздников и обрядов народов, населяющих остров Ольхон.

В области инфраструктуры туризма.

1. Реконструирован музей Ревякина п. Хужир.

2. Оборудован археологический объект в Ялге.

3. Создан дендрологический участок в Харанцах.

4. Создан этнографический комплекс с музеем в Малом Хужире и Халгае;

5. Оборудован геологический комплекс в Халгае.

6. Создан музейный комплекс в Песчанке.

7. Созданы и обустроены экскурсионные пешеходные тропы, велосипедные дорожки, конные маршруты на острове Ольхон.

Природные ландшафты.

1. Организовано непрерывное восстановление (система малых проектов) уникальных степных ландшафтов, лесов, реинтродукция типичных для степей видов, включая злаковые, бобовые, редкие виды как черепоплодник почтишерстистый, астрагал ольхонский, эдельвейс, чабрец и другие растения, сохранение редких видов животных.

Одной из главных целей проекта является исключение поступления биогенных и бытовых стоков в озеро Байкал от населенных пунктов острова Ольхон.

Механизм реализации – создание действующих модельных образцов в реальном масштабе и примеры реализации жителями острова на своих подворьях. Этот процесс призван стимулировать жителей острова к правильному обращению с водными, земельными ресурсами и образующимися отходами.

Одновременно с этим будут внедрены в практику на острове Ольхон новые прогрессивные методы строительства и организации жизнедеятельности, накапливаться база для саморазвития процесса перехода на зеленые технологии жизнеобеспечения.

В целом реализация проекта приведет к улучшению социально-экономической и экологической ситуации на Ольхоне, появлению новых экологических форм хозяйствования и продукции, произведенной на основе местных дикоросов, выращенных на плантациях фермерских хозяйств. Создание новых туристических маршрутов обеспечит снижение антропогенной нагрузки на традиционные места посещения. Природные агротехнологии будут способствовать развитию агро- и этнографического туризма, повышению качества жизни жителей острова и качества отдыха туристов.

Проект будет реализован по всем перечисленным направлениям параллельно. Создание модельной территории развития на острове Ольхон будет курироваться местным сообществом с участием Ассоциации, а также фирмами, которые ведут бизнес на острове, с применением модели государственно-частного партнерства.

Технологическое сопровождение обозначенных объектов будет курировать Ассоциация в рамках государственно-частного договора. В результате государственно-частного партнерства все проекты и инициативы будут выполняться на государственные и частные средства.

Для старта проекта (экокомплекс) планируется сбор средств от заинтересованного туристического бизнеса. Строительство очистных сооружений предполагается осуществить на средства бюджета, а биоветеринарий с червячником – совместное финансирование государством и бизнесом с последующей эксплуатацией последних частным бизнесом. Как следствие, эксплуатационные расходы будут разделены между участниками.

Строительство частных биоветеринариев, экоусадоб и экологическая реконструкция имеющихся объектов в рамках данного проекта будет сопровождаться Ассоциацией, финансироваться частными заказчиками. Основные действия при выполнении проекта будут направлены на организацию перехода всех хозяйственных объектов (частных и государственных) на зеленые природоподобные технологии, соответствующие критериям 6-го технологического уклада.

Реализация восстановления природных богатств острова предполагается силами ФГБУ «Заповедное Прибайкалье» при содействии НКО, работающих на острове Ольхон.

Создание деревни промыслов и ремесел народов острова Ольхон и Байкала, реконструкцию национальных игр, праздников, обрядов, реконструкцию музея имени Ревякина планируется выполнять НКО при содействии Министерства культуры Иркутской области с привлечением ресурсов частного бизнеса.

При выполнении подобных проектов возникают барьеры, которые могут затягивать время выполнения, видоизменять их. Поэтому, для снижения уровня их влияния, требуется предварительная переговорная просветительская работа.

Можно выделить следующие барьеры, пути смягчения и полной ликвидации проблем.

Проблемы	Пути решения
Административные препятствия по использованию инновационных методов и подходов, сопротивление исполнителей в администрациях, лоббирование традиционных решений, дефицит финансирования	• Отработка государственно-частного партнерства позволит построить прозрачную схему взаимоотношения «власть-бизнес», обеспечить необходимой исходной информацией принимающих решения и способствовать привлечению негосударственных ресурсов. • Ведение постоянного диалога с ответственными органами исполнительной власти всех уровней на базе центра при агроуниверситете с целью формирования государственной стимулирующей политики и повышения информированности принимающих решения. • Формирование запроса от местных сообществ на применение предлагаемых технологий.
Трудности в подборе лидеров на местах и сопротивление нововведениям на уровне технических специалистов	Подготовка и переподготовка кадров
Трудности в подборе частных бизнесов для участия в проекте	Конференции, круглые столы с представителями бизнес среды по экономическим аспектам проекта, снижение затрат на штрафы и компенсацию экологического ущерба
Пассивность жителей острова Ольхон	Предполагается работа Центра поддержки общественных инициатив

Опыт 2016 года показал, что проект может быть реализован при тесном взаимодействии научно-исследовательских и образовательных учреждений Иркутской области и других регионов (Институт теплофизики СО РАН, Новосибирск), некоммерческих организаций, в том числе -Всероссийской ассоциация экспертов по экотехнологиям, альтернативной энергетике и экологическому домостроению, частных фирм, владельцев экотехнологий.

Но самым важным фактором, обеспечивающим успех проекта, является активное и осознанное участие жителей острова Ольхон. Согласованные действия общественного и координационного советов острова Ольхон, Фонда развития местных сообществ, Центра поддержки общественных инициатив Ольхона, администрации острова и местного бизнес-сообщества существенно усилит результат.

Литература

1. Грачев М. А. О современном состоянии экологической системы озера Байкал. – Новосибирск: Издательство СО РАН, 2002. 156 с.
2. Зилов Е.А. Современное состояние антропогенного воздействия на озеро Байкал Журнал СФУ. Биология: год (том 6, номер 4), 2013, - с. 388-404.
3. <http://www.greenpatrol.ru/en/node/287096>

4. Энерго- и ресурсоэффективность малоэтажных жилых зданий// Материалы II Всероссийской научной конференции с международным участием, Новосибирск: ИТ СО РАН, 2015.–501с.
5. Чунтонов В.С. Ресурсоэффективность в экодомостроении. Сб. Материалы научн.-практ Конференции «Энерго-и ресурсоэффективность малоэтажных жилых зданий»: - Новосибирск: ФГБУН Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН, 2017,- с.(вставить когда .
6. Чумаков А.Н. Просвещение в области экологизации сельского хозяйства – один из путей к достижению экологической, продовольственной и климатической безопасности Сб. Материалы научн.-практ Конференции «Энерго-и ресурсоэффективность малоэтажных жилых зданий»: - Новосибирск: ФГБУН Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН, 2015,- с.405-412.
7. Шапиро В.А. Промышленные технологии ХБО для освоения земель с экстремальным климатом. Сб. докладов II Всероссийская науч. Конференция с международным участием «Энерго- и ресурсоэффективность малоэтажных жилых зданий»: - Новосибирск: ФГБУН Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН, 2015, -с.414-418.
8. Огородников И.А., Григорьев В.А. Экологическое домостроение. Проблемы экологизации городов в Мире, России, Сибири. ГПНТБ СО РАН, 2001. –152 с. – (Сер. Экология. Вып.63).
9. Малюга А.А., Огородников И.А. Экологическое домостроение. Огород экодому. ГПНТБ СО РАН, ИТ, Ин-т земледелия и химизации сельского хозяйства СО РАН. 2001. – 152 с. – (Сер. Экология. Вып.69).
10. Огородников И. А., Макарова О. Н., Дубынина Е. С. Экодом в Сибири. – Новосибирск: ИСАР-Сибирь, 2001. –86 с. Сибирский дом 21 века [сетевой ресурс] - <http://www.itp.nsc.ru/ecodom/>.
11. Огородников И.А. Экологическое жилье и окружающая среда. Научные исследования студентов // Организация научных исследований студентов и школьников в области экологии.– Новосибирск: НГУ, 2000. – С89
12. Огородников И.А. Дом 21 века Сб. докладов Третьей международной науч.-практ. Конференции «Безопасность среды жизнедеятельности»: - Республика Крым, г.Симферополь – г. Судак, 2016, - с. 33-38.
13. Калихман А. Д., Бенчарова Н. В., Калихман Т. П. Ольхон: природа и люди. – Иркутск: Институт географии СО РАН им. В. Б. Сочавы, 2017. – 138 с.
14. Xie J., Sreenivasan S., Korniss G., Zhang W., Lim C., Szymanski B.. Social consensus through the influence of committed minorities. Physical Review E, 2011; 84 (1) DOI: 10.1103/PhysRevE.84.011130 (перевод: <http://www.ecohypnosis.com/2013/12/mnenie-menshinstva-sposobno-pobedit-mnenie-bolshinstva.html>).

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА ТВЕРДОГО БИОТОПЛИВА ИЗ ОПАВШИХ ЛИСТЬЕВ

Ушаков Д.Е.* , Карелин Д.В.

*ФГБОУ ВПО «Новосибирский государственный архитектурно-строительный
университет (Сибстрин)», г.Новосибирск*

Введение

В настоящее время весьма актуальной проблемой в мире является использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ) – энергии: биомассы, гидро, ветра, геотермальной, приливов, геотермальной. В последние годы доля возобновляемых источников энергии в общем объеме потребляемой энергии в мире составляет 13%. При этом на нефть приходится около 34%, на природный газ – 21%, каменный уголь – 25%, атомную энергию – 6.5% [1].

Биомасса представляет собой возобновляемый ресурс, ее переработка в топливо может осуществляться по нескольким альтернативным вариантам с различными финансовыми и энергетическими затратами. Задача состоит в выборе технологии и средств ее механизации, которые в условиях данного региона (района, местности) дадут максимальный эффект за счет использования собственной биомассы и технологических материалов, адаптации имеющегося оборудования и сооружений [2].

Прежде чем внедрять в широкое использование какой-то вид биотоплива требуется оценить целесообразность данного шага. Он имеет пять аспектов: энергетический, экономический, социальный, политический, экологический. Энергетическая оценка является первоначальным критерием, т.к. экономическая ситуация подвержена изменениям и этот показатель в долгосрочной перспективе нельзя считать надежным [3].

Метод

В энергетический анализ входят все затраты включая выращивание древесных культур, восстановление плодородия почвы до первоначального уровня, сбор сырья, транспортировка до места переработки, производство топлива, адаптация оборудования к новому топливу, затраты на хранение. Сумма затрат всей технической энергии на каждой стадии соотносится с величиной полученной энергии при сжигании топлива и тем самым определяется дополнительная энергия [3]. Данная величина имеет несколько названий – энергетический коэффициент полезного действия (КПД) производства, энергетический баланс «*output/input*», *Energy Returned on Energy Invested (EROEI)*, технологическое топливное число (ТТЧ), чистый энергетический выигрыш (ЧЭВ), коэффициент энергетической эффективности (КЭЭ) и может быть представлен в следующем виде:

$$R = \frac{e}{\Xi}, \quad (1)$$

где e – энергосодержание (низшая теплота сгорания), МДж/кг (МДж/м³);

Ξ – полная энергоемкость производства (энергетический эквивалент) биотоплива, МДж/кг (МДж/м³).

1) *Энергосодержание* определялось исходя из элементного состава для лигнина содержащих веществ [4] по формуле:

$$Q = 0.4373 \cdot C - 1.6701,$$

где C – содержание углерода в пересчете на сухое вещество, %.

Формула показывает высшую теплоту сгорания, поэтому производился пересчет для определения низшей теплоты сгорания.

2) *Полная энергоемкость производства биотоплива* определялась суммированием всех затрат на каждом производственном цикле.

2.1 *Затраты на выращивание* определены через количество ежегодно высаживаемых деревьев и мероприятия по их содержанию [5]. Основные затраты - транспортные. Сумма затрат за год в рублях по текущему тарифу пересчитана в количество топлива, которое в свою очередь переведено в количество энергии (выделяющееся при сжигании топлива) отнесенное к массе собираемых листьев (табл. 1).

Таблица 1. Затраты по содержанию озелененных территорий за 2015 год.

Деньги, млн. руб.	Объем топлива, литр	Энергия, МДж/кг
16.6	457 552	0.71

2.2 *Затраты на восстановление плодородия почвы до первоначального уровня.* Данная величина не определена (н/о) ввиду сложности оценки.

3, 4) *Сбор сырья и транспортировка до места переработки.* Место расположения предприятия по переработке в данный момент не локализовано. Примем, условно, что все листья вывозятся на полигон "Гусинобродский" МУП "САХ" расположенный на периферии города. За начальную точку принята наиболее удаленная в обслуживаемых районах. Расстояние с учетом поездки до полигона и обратно составит 32 км.

Затраты на сбор сырья приняты условно как 10 % от затрат на вывоз.

Общий расход тепла на транспортировку всех собранных листьев определялся по формуле:

$$Q_{\text{тран}} = q_{\text{тр}} \cdot S \cdot n_n,$$

где $q_{\text{тр}}$ – затраты тепла на работу транспортного средства, МДж/км;

n_n – число поездок, шт.;

S – расстояние с учетом поездки до полигона и обратно, км.

Расход тепла на транспортировку 1 кг листьев определялась по формуле:

$$Q'_{\text{тран}} = \frac{Q_{\text{тран}}}{m_{\text{л}}},$$

где $m_{\text{л}}$ – масса листьев собираемых в г.Новосибирске, кг;

$Q_{\text{тран}}$ – общий расход тепла на транспортировку всех собранных листьев, МДж.

5) *Затраты на производство* определялись по технологии изготовления брикетного топлива из древесной пыли, в связи с лабораторным подтверждением возможности такого изготовления. Это объясняется схожестью элементного состава. Данные о производственных мощностях взяты из типового предложения "Линии производства топливных брикетов из отходов деревообработки ООО "Завод Эко Технологий", г. Санкт-Петербург, 2015 г. (табл. 2).

Таблица 2. Потребляемая мощность производства.

Наименование участка	Установленная мощность, кВт
Участок приемки	50.8
Участок сушки	30.1
Участок брикетирования	59.1
Итого	140.0

Расход тепла на производство 1 кг биотоплива из листьев определен по формуле:

$$q_{\text{л}} = \frac{P}{n_{\text{пр}}},$$

где P – общая установленная мощность, Дж/ч;
 n_{np} – проектная мощность технологической линии, 450 кг/час.

Расчет не учитывает амортизацию и первоначальные затраты на устройство завода. Примем условно, что они суммарно составляют 100% затрат на производство.

6) *Затраты на адаптацию оборудования* в случае использования брикетов в дровяных печах отсутствуют, т.к. размер и режим горения брикетов аналогичен дровам.

7) *Затраты на хранение* обусловлены влажностным режимом. Как показали собственные лабораторные испытания брикеты из листьев поглощая влагу теряют форму. Данное явление характерно и для брикетов из древесных опилок. В связи с этим затраты на хранение состоят из упаковки и устройства сухих проветриваемых помещений. Затраты на упаковку определены как энергия, затраченная на изготовление термоусадочной пленки определена по формуле:

$$q_y = \frac{P_y}{n_y} \cdot m_{ym},$$

где P_y – общая мощность экструдера для производства термоусадочной пленки, МДж/ч;
 n_y – максимальная производительность экструдера, кг/час;
 m_y – масса пленки для упаковки одного килограмма брикетов, кг/кг.

Технические характеристики на экструдер приняты для производства полиэтиленовой пленки.

Обсуждение результатов

Энергосодержание (низшая теплота сгорания) (e) составила 13.85 МДж/кг. Стоит отметить, что теплотворная способность листьев уступает по величине топливным гранулам, дровам и некоторым видам топлива из органической массы (табл. 3).

Таблица 3. Значения низшей теплоты сгорания твердых материалов.

Вид топлива	Теплота сгорания, МДж/кг
Топливные гранулы	18.0
Дрова сухие	16.0
Лузга подсолнечника	15.7
Солома	14.4
Стебли подсолнечника	13.4
Солома зерновых и зернобобовых культур	12.6

Полная энергоемкость производства биотоплива (Э) представлена ниже (табл. 4).

Таблица 4. Затраты по технологии древесных брикетов.

№	Наименование	Энергоемкость, МДж/кг	Энергоемкость, %
1	Выращивание	0.71	24.8
2	Восстановление плодородия почвы до первоначального уровня	н/о	н/о
3	Сбор сырья	0.007	0.2
4	Транспортировка до места переработки	0.073	2.5
5	Производство топлива	1.68	58.6
6	Адаптация оборудования к новому топливу	-	-
7	Затраты на хранение	0.396	13.8
	Сумма затрат:	2.866	100

Основные затраты составляют производство и выращивание. При этом стоит отметить, что статьи затрат на выращивание, восстановление плодородия, сбор сырья и транспортировку экономически обеспечиваются муниципалитетом города, т.к. входят в перечень плановых работ в летний и осенний периоды [6].

Коэффициент энергетической эффективности (R) определенный по формуле (1) составил 4.8. Величина больше единицы говорит о том, что энергетически производство твердого биотоплива из опавших листьев целесообразно. Для сравнения авторы [7] приводят следующие КЭЭ различных топлив (табл. 5).

Таблица 5. Коэффициент энергетической эффективности различных топлив.

Тип топлива	Бензин или дизельные топлива	Каменный уголь	Торф	Древесные гранулы	Дрова	Солома
Показатель	4.2	4.9	3.8	8.2	14.6	14.8

Приведенные коэффициенты могут меняться в зависимости от влажности сырья [2].

Выводы

Проведенный анализ в полной мере (исключая восстановление плодородия) отражает затраты на производство твердого биотоплива из опавших листьев. Полученный результат показывает, что производство брикетного топлива из данного вида сырья дает дополнительную энергию на выходе. Коэффициент энергетической эффективности (*R*) составляет 4.8.

Литература

1. Артюшин А.А., Савельев Г.С. Будущее за биоэнергетикой / Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2009. № 6. С. 34–39.
2. Басков В.Н., Колос В.А., Сапьян Ю.Н. Биотопливо из растительного сырья: производство, потребление, энергоэффективность / Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2010. – № 6. – С. 13–18.
3. Булаткин Г.А., Оценка эффективности производства нетрадиционных и возобновляемых источников энергии // Вестник российской академии наук. – 2009. – Том 79 – № 7. – С. 608–616.
4. Бычков А.Л., Денькин А.И., Тихова В.Д. и др. Расчет теплоты сгорания лигноцеллюлозы на основании данных элементного анализа. // Химия растительного сырья. – 2014. – № 3. – С. 99.
5. Отчет о деятельности департамента энергетики, жилищного и коммунального хозяйства города за 2015 год. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://novosibirsk.ru/dep/energetics/news/36935/> (дата обращения 29.11.2016)
6. Санитарная очистка и уборка населенных мест: Справочник/ Мирный А. Н., Абрамов Н. Ф., Беньямовский Д. Н. и др.; Под ред. Мирного А. Н.—2-е изд., перераб. и доп. — М.: Стройиздат, –1990. — 413 С.
7. Колос В.А. и др. Методика расчета и минимизации энергоемкости продукции растениеводства //«Агропанорама». – 2007. – № 4.
8. Обзор состояния окружающей среды в городе Новосибирске за 2014 год. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.degkh.ru/ecology/overview_of_the_environment_in_novosibirsk/ (дата обращения 09.11.2016).

МЕТОД БЕЗОТХОДНОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Чумаков А.Н.¹, Велицко В.В.²

¹«Зелёный Крест», г. Москва, ²ООО «ОЦР Технологии», г. Москва

Работа рассматривает вопросы экологизации сельскохозяйственного производства, как условие достижения экологической, энергетической, продовольственной и климатической безопасности, оценивает масштаб и перспективы использования энергетического и органоминерального потенциала отходов сельскохозяйственного производства России для развития экономического и энергетического потенциала страны, повышения ресурсной безопасности и восстановления нарушенного экологического баланса в экосистемах [1–5].

Органические отходы, масштаб накопления и использования

Биомасса является одним из наиболее традиционных энергоресурсов. В настоящее время в мире на основе растительной массы получают до 8 млн. ГВт•ч энергии разных видов, что эквивалентно 25% мировой добычи нефти. Это означает, что количество используемой первичной энергии, получаемой с использованием биомассы, значительно, на ~30...50% превосходит указанный объём. Потенциальные же ресурсы биомассы пригодные для энергетического использования значительно, более чем в сто раз выше. В табл. 1 показано соотношение годового энергетического потенциала биомассы всех видов и его фактического использования в мире, странах ЕС и России.

Таблица 1. Доступный и используемый потенциал биомассы.

Энергетический потенциал биомассы, ГВт•ч/год•10 ⁶	Мир	ЕС	Россия
Доступный	28,9	2,5	2,8
Фактически используемый	11	0,6	0,2

Современная биоэнергетика, основанная на высокоэффективных технологиях преобразования биомассы в удобные для использования виды энергии (электроэнергию, жидкие и газообразные топлива и подготовленное твердое топливо), занимает все более заметное место в энергетическом балансе многих стран мира. В Австрии доля биотоплива в энергетике – 20%, в Финляндии – 23%. В целом по Европейскому союзу (ЕС) эта доля составляет около 14%. В Индии осуществляется программа децентрализации производства энергии, призванная обеспечить 44% энергии от биоресурсов (не считая другие возобновляемые источники энергии (ВИЭ)). Доля биомассы в энергобалансе развивающихся стран составляет 35%, в мировом потреблении энергоресурсов – 12%, в России – 5%.

Существенную часть биомассы потенциально пригодной для выработки энергии составляют органические отходы. Насчитывается более 30 категорий таких отходов, возникающих на этапах производства и переработки пищевых и вкусовых продуктов, кормов, растительных и животных жиров. К этим категориям относятся также отходы боен, отходы переработки рыбы и морепродуктов, фекалии животных и человека, осадки сточных вод.

Количество органических отходов, возникающих на разных этапах производства и потребления продуктов питания, по оценкам выполненным в соответствии с официальной продовольственной корзиной, составляет порядка 3 тонн на душу населения в год. Их удельный энергетический потенциал составляет не менее 9000 кВт•ч/чел. в год, что почти вдвое превышает годовой душевое потребление энергии ~ 5000 кВт•ч/чел. в год. (рис. 1).

Вопросы масштабной переработки отходов сельского и жилищно-коммунального хозяйства в товарные продукты и энергию становятся приоритетными при обеспечении экологической, энергетической и продовольственной безопасности на региональном, национальном и общемировом уровнях. Во многих странах приняты или разрабатываются программы по развитию различных технологий переработки сельскохозяйственных отходов, в том числе наиболее прогрессивной и экологически приемлемой технологии анаэробной (без доступа воздуха) переработки сельскохозяйственных отходов в электроэнергию, тепло и органоминеральные удобрения как для собственных нужд сельхозпроизводителя, так и для поставки на внешние рынки.

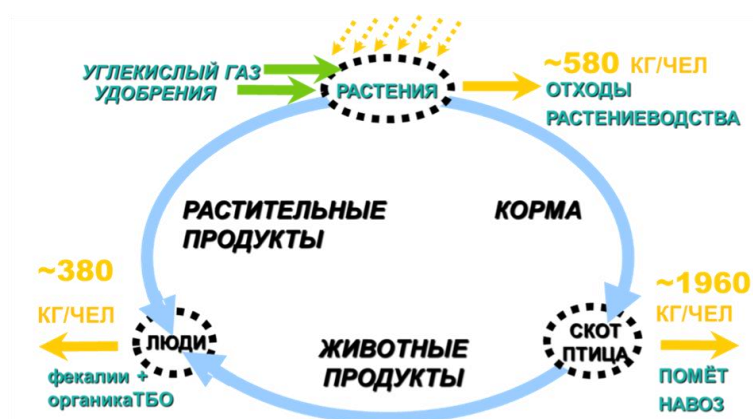


Рис. 1. Среднее распределение для России органических отходов в цепочке производства и потребления пищевой продукции [1].

Доступный энергетический потенциал

Годовой объем отходов животноводства в России составляет не менее 240 Мт. Энергия, которая может быть выработана из указанного количества отходов, составляет не менее 290 ТВт•ч, что, при полноценном использовании энергии биомассы, может составить на уровне 23% в энергобалансе России и почти в полтора раза превышает аналогичный вклад от всех действующих в России атомных электростанций (АЭС).

Несмотря на то, что в России пока не принята действенная программа развития возобновляемой энергетики на основе использования потенциала сельскохозяйственных отходов ряд фирм изготавливают единичные образцы оборудования для анаэробного производства биогаза и органоминеральных удобрений из навоза крупного рогатого скота (КРС), свиней, помета птицы. Вместе с тем предлагаемое в настоящее время зарубежное и отечественное оборудование из-за низкой скорости проведения процесса обеспечивают переработку за длительное (~ недели и до месяца включительно) время, что резко увеличивает реакционные объёмы, металлоёмкость оборудования и, соответственно размер капитальных затрат. При этом такие, будем называть их – медленные биореакторы, имеют основной ключевой недостаток, практически исключаяющий их применение как в России, так и в других странах, в которых отсутствует поддержка производителей возобновляемой энергии: эти биореакторы энергоизбыточны приблизительно $\frac{1}{2}$ года, т.к. всё остальное время используют на свой обогрев весь вырабатываемый биогаз без остатка и, зачастую, требуют дополнительного топлива для обогрева. В случае отсутствия их обогрева, колонии используемых бактерий либо замедляют свою жизнедеятельность, либо – погибают.

Для преодоления этих недостатков в России под эгидой Зелёного Креста проводятся масштабные работы, направленные на создание форсированной, экономически рентабельной и экологически безотходной системы переработки сельскохозяйственных

отходов в энергию, органоминеральные удобрения, биомассу и гумус почв (Рис. 2). В основе метода развиваемого Зелёным Крестом лежит комплекс технологических решений и приёмов, в числе которых: предварительная подготовка перерабатываемой биомассы, особая конструкция реактора-метантенка, позволяющая проводить переработку в режиме «on line» в течении одних суток, а также рациональное использование органоминерального потенциала продуктов переработки для получения дополнительных объёмов биомассы, которая затем используется в цикле как кормовая добавка и/или энергетический концентрат при производстве биогаза. Скоростные биогазовые установки, созданные по методу зелёного креста, не требуют объёмных биореакторов для переработки биомассы, позволяя использовать биореакторы с объёмом в 7...30 раз меньше, чем биореакторы классической конструкции, т.н. «медленные биореакторы». Это позволяет кардинально снизить удельное количество энергии, используемое как на производство единицы продукции (биогаза, удобрения), так и сократить количество расходуемой на единицу продукции электроэнергии за счёт снижения потребности в длительном перемешивании субстрата.



Рис. 2. Этапы создания скоростных биогазовых установок по методу Зелёного Креста: март 2011 г., сентябрь 2012 г., ноябрь 2013 г., октябрь 2014 г.

Сельскохозяйственное производство признано одним из главных загрязнителей территорий. Особенно неблагоприятное воздействие на экологическую обстановку оказывают животноводческие фермы. Жидкие стоки из навозохранилищ отравляют поверхностные и грунтовые воды, земельные угодья, убивают почвенную флору и фауну, загрязняют атмосферный воздух, неприятные запахи ухудшают условия проживания и снижают кадастровую стоимость земельных участков, прилегающих к фермам. Кроме того, качество и плодородие почв ухудшается из-за многолетнего внесения минеральных удобрений и ядохимикатов.

Разработчики проекта предлагают осуществить на базе одного или нескольких эффективно действующих сельхозпредприятий пилотный проект, в котором в единой технологической цепочке согласуются растениеводство, животноводство, питомник почвенных организмов, переработка сельхозотходов в органоминеральные удобрения и биогаз, с получением электроэнергии, тепла и моторного топлива для полного удовлетворения собственных нужд, в том числе при переработке сырья в конечные продукты потребления. Такой прецедент необходим для демонстрации на практике повышения эффективности сельхозпроизводства с использованием предлагаемого метода Зеленого Креста, как нового направления в экологии, энергетике и передового сельхозпроизводства, призванного в обозримом будущем в едином пакете способствовать укреплению продовольственной, экологической, энергетической и климатической безопасности регионов России.

Предлагаемая комплексная переработка навозных стоков и других отходов сельскохозяйственного производства позволяет полностью устранить их вредное влияние на окружающую среду и получить одновременно дешевую энергию и эффективные органоминеральные удобрения. В совокупности использование подобной переработки позволяет повысить рентабельность сельхозпроизводства путем снижения его зависи-

мости от тарифов на энергию и удобрения, повышения конкурентоспособности на рынке продовольственных товаров за счет выпуска экологически чистых и полезных для здоровья населения продуктов питания по научно обоснованным нормам и доступным ценам.

Внедрение предлагаемых биогазовых технологий обеспечивает полную утилизацию и безотходную, экологически чистую переработку органических отходов сельскохозяйственного производства с получением газообразного топлива, электрической и тепловой энергии, моторного топлива, органоминеральных удобрений и гумуса почв. Это позволяет хозяйству:

- получить собственные автономные источники дешевой энергии;
- полностью отказаться от дорогостоящих и экологически проблемных минеральных удобрений и заменить их на собственные высокоэффективные органоминеральные удобрения для восполнения плодородия почв как тактической меры и использования вырабатываемого гумуса для неуклонного повышения плодородия пахотного клина как стратегической меры повышения его капитализации;
- вводить в сельхозоборот территории, на которых в настоящее время отсутствует энергетическая инфраструктура, что делает нерентабельным использование для сельскохозяйственного производства таких территорий;
- снять ресурсное ограничение для развивающихся производств, близлежащие питающие центры которых перегружены и/или к которым отсутствует подвод ископаемого природного газа (ИПГ);
- создать новое или сохранить существующее производство, в первую очередь – животноводческое производство (свиноводство, птицеводство), являющееся крупным загрязнителем окружающей среды, отходы которого не могут быть с рациональными капитальными (CAPEX) и текущими (OPEX) затратами переработаны с использованием существующих медленных биогазовых установок (факты закрытия таких производств в России, именно по экологическим причинам, уже имеют место).

В традиционных технологиях процесс получения биогаза происходит при бактериальной переработке исходного сырья в анаэробных условиях. Под воздействием бактерий сложные органические вещества растительного и животного происхождения разлагаются до биогаза с содержанием метана CH_4 (55...80%), углекислого газа CO_2 (45...20%). Время обработки массы составляет от 7 до 30 суток.

В процессе переработки в биогаз переходит до 40...50% органических веществ. Одновременно в процессе переработки образуется жидкий и твердый остатки, которые, как показали результаты исследований, можно с успехом использовать в качестве соответственно: жидкого органоминерального удобрения и консистентного сырья для получения гумуса.

При анаэробном сбраживании в течение 3-х дней происходит уничтожение возбудителей заразных заболеваний, яиц гельминтов, грибков, спор, остатков корней и семян сорняков, вызывающих засорение почв, нейтрализация неприятного запаха. По сравнению с традиционным компостированием навоза предлагаемый метод позволяет полностью сохранить в получаемом удобрении азот, фосфор и калий при гарантированном отсутствии нитратов.

Анаэробная переработка навоза от 200 коров (см. табл. 2) позволит получать в год до 147 тыс. м³ биогаза. Из которого можно выработать не менее 588 МВт•ч электроэнергии и не менее 706 МВт•ч тепла, что позволит перерабатывающему предприятию за счет использования собственной электроэнергии экономить не менее 1 232 000 руб. Кроме того, анаэробная переработка навоза позволяет существенно улучшить экологическую и санитарно-эпидемическую обстановку в хозяйствах, а именно:

- устранить эмиссию неприятных запахов при получении и хранении отходов (дезодорация);
- предотвратить грибковые заражения (контаминацию);
- предупредить заражение людей и животных возбудителями болезней (дезинфекция);
- предотвратить перегрузку почвы, воды и растений вредными веществами (девитализация).

Отметим, что в России пока не принята программа использования потенциала сельскохозяйственных отходов ряд фирм освоили производство единичных образцов оборудования для анаэробного производства биогаза и органоминеральных удобрений из навоза КРС, свиней, помета птицы. Вместе с тем предлагаемое в настоящее время зарубежное и отечественное оборудование из-за низкой скорости проведения процесса обеспечивают переработку за длительное (~ недели) время, что определяет существенные реакционные объёмы, высокую металлоёмкость оборудования и, соответственно размер капитальных затрат.

Таблица 2. Балансы переработки навоза КРС в энергию и удобрения
(где ед. изм. – единица измерения; нав. – навоз; Сух. орг. – сухая органика; Эн. – энергия; ЭЭ – электроэнергия; ТО – твёрдый остаток; ЖО – жидкий остаток).

Показатели	Вес нав.	Сух. орг.	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	CH ₄	CH ₄
Ед. изм.	кг							м ³
1 корова в сут.	50	8	0,25	0,125	0,3	0,25	1,44	2,016
1 корова в год	18250	2920	91,25	45,625	109,5	91,25	525,6	735,84
200 коров в год	3650000	584000	18250	9000	22000	18000	105000	147170

Показатели	Эн.	ЭЭ	Тепло	CO ₂	CO ₂	H ₂ O	ТО	ЖО
Ед. изм.	кВт•ч			кг	м ³	кг		
1 корова в сут.	20,16	8,06	9,6	2,56	1,3	1,6	2,4	43,6
1 корова в год	7358,4	2943,36	3532	934,4	475	584	876	15915
200 коров в год	1471680	588672	706406,4	187000	95140	117000	175000	3182800

Для преодоления этих недостатков в России под эгидой Зелёного Креста проведены работы, направленные на создание форсированной, экономически рентабельной и экологически безотходной системы переработки сельскохозяйственных отходов в энергию, органоминеральные удобрения, гумус почв и товарную биомассу микроресурсов.

В основе метода Зелёного Креста лежит комплекс технологических решений и приёмов, в числе которых: предварительная подготовка перерабатываемой биомассы, особая конструкция реактора-метантенка, позволяющая проводить переработку в проточном режиме в течении суток, а также рациональное использование органоминерального потенциала продуктов переработки для получения дополнительных объёмов товарной биомассы, которая затем используется в цикле как кормовая добавка и/или энергетический концентрат при производстве биогаза (рис. 2).

В процессе метангенерации в жидком субстрате накапливаются гуминовые соединения, способствующие структурированию почвы, повышению ее механохимических плодородных качеств, и образуются экологически чистые органические удобрения, лишенные патогенной микрофлоры, яиц гельминтов, семян сорняков, нитратов и нитритов. Для удобрения одного гектара пашни или садов и огородов достаточно внести от одной до полутора тонн таких удобрений. Результаты опытов, проведенных совместно со специалистами Тимирязевской сельхозакадемии доказывают, что примене-

ние данных удобрений позволяет полностью отказаться от экологически опасных минеральных удобрений, на производство которых тратится до 45% электроэнергии, потребляемой сельским хозяйством России. Исключается также использование ядохимикатов, что существенно повышает экологическую чистоту сельскохозяйственной продукции. При этом урожайность повышается в полтора-два раза в зависимости от выращиваемых культур и исходного состояния почвы (табл. 3).

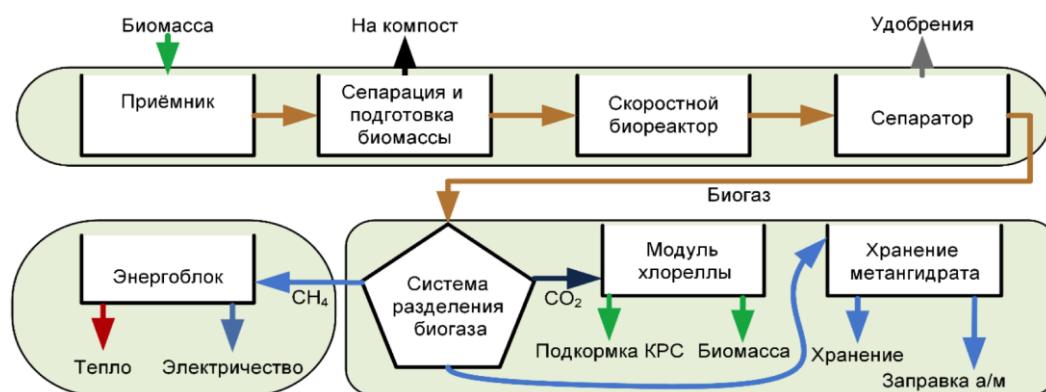


Рис. 2. Принципиальная схема бикомплекса на базе скоростного биореактора.

Таблица 3. Экспериментальные данные о повышении урожайности некоторых культур при применении жидких органоминеральных удобрений.

Обработка	Средняя урожайность т/га			
	Помидоры	Перец	Салат	Цветная капуста
Контроль (без удобрений)	2	4	26	23
Минеральные удобрения	13	6	56	36
Жидкое удобрение после метангенерации	22	12	130	48

Использование полученных удобрений на культивируемых пастбищах, под кукурузу, клевер-тимофеевку, рожь, люцерну, а также тепличные культуры – салат, редис, помидоры показывают их высокую эффективность. На тепличных культурах во всех случаях увеличение урожайности составляет ~ 64%, на травах до 3-х укосов. Суммарные доходы от реализации продуктов анаэробной переработки отходов животноводческих ферм могут превышать доходы от реализации производимого на фермах мяса и молока.

Органоминеральные удобрения, которые получают по методу Зелёного Креста, универсальны и могут применяться на любых почвах и под любые культуры; полностью обеспечивают растения макро- и микроэлементами в легкоусвояемой форме, способствуют сокращению сроков вегетации в среднем на 2 недели и соответственно повышают урожайность по всем культурам; технологичны и экономичны – при внесении их разбавляют водой и вносят, используя стандартные технологии и оборудование для полива. Удобрения позволяют получать экологически чистую продукцию органического и/или функционального качества.

По сравнению с существующими немецкими технологиями (R.Schetucl GmbH, Rottaler Modell, HoSt) предлагаемый Метод Зелёного Креста позволяет довести степени переработки отходов до 95...97% (против 50%), уменьшить затраты электрической энергии на собственные нужды и, – что самое важное, – за счет повышенных скорости и глубины переработки существенно (почти на 80%) увеличить объёмный выход метана с единицы объема установки и довести его до рекордных значений (16,8 против традиционного 9,4).

Стартап «Агро Оне» уже собрал качественную доказательную базу: в эксплуатации (при Всероссийском Институте Животноводства РАСХН) находится биогазовый комплекс на 200 КРС (Фото 1), разбит и действует полигон вермикомпостирования (Фото 2), плантация органического картофеля (Фото 3), опытные участки по выращиванию функциональных продуктов (Фото 4).

Техническая характеристика и внешний вид пилотного комплекса по безотходной переработке навоза от фермы на 200 голов КРС:

- Пульпа (95%) навоза КРС – до 15 т/сут.
- Время обработки – до 24 час
- Рабочая температура – 50–55 °С
- Биогаз – до 600 м³/сут
- Содержание метана – до 80%
- Жидкие органоминеральные удобрения – до 12 т/сут.
- Электроэнергия – 50 кВт (1200 кВт•ч/сут)
- Тепло – 100 кВт (2000 кВт•ч/сут)



Фото 1. Высокоскоростной биогазовый комплекс на 200 голов КРС [5, с.407–408]



Фото 2. Полигон вермикомпостирования.

Команда проекта «Агро Оне» предлагает и далее развивать организационную схему переработки (конверсии) отходов в питательные вещества по методу безотходного органического земледелия в рамках вертикально интегрированных компаний объединяющих производство кормов, продуктов животноводства, дополнив её перерабатывающим цехами, системами упаковки хранения и транспортировки готовой продукции

и сбытовую сеть. Особенность и решающее преимущество подобных компаний состоит в их полном самообеспечении электроэнергией, теплом (холодом), моторным топливом – метаном, который может вырабатываться, складироваться и использоваться в виде гидрата метана [6–8], а также удобрениями, производимыми из биомассы отходов (рис. 3).



Фото 3. Плантация органического картофеля (слева) и опытные участки по выращиванию функциональных продуктов (справа).

Это позволяет, во-первых, резко повысить продуктивность растениеводства за счет собственных экологически чистых органоминеральных удобрений, во-вторых, самостоятельно, используя собственную энергетическую базу, проводить переработку собственного сельхозсырья в товары конечного потребления, в-третьих, снизить себестоимость и, следовательно, конкурентоспособность производимой продукции растениеводства и животноводства на внешнем рынке. Низкая себестоимость получаемых продуктов питания, их высокие пищевые и экологические кондиции, имеющие и экспортный потенциал, в сочетании с высокой продуктивностью позволяют компаниям сравнительно легко завоевать рынок и противостоять проникновению некачественных, но дорогих импортных пищевых товаров, в том числе содержащих генномодифицированные составляющие.

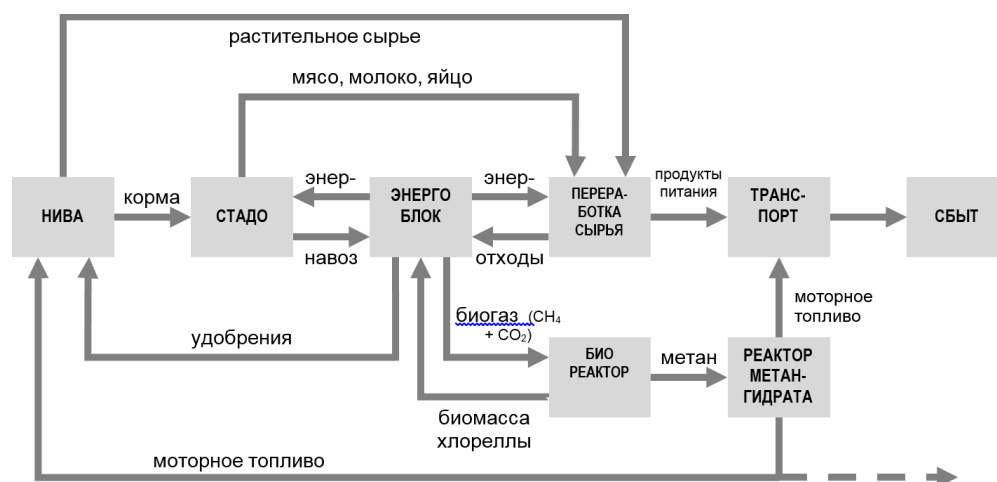


Рис. 3. Схема вертикально интегрированного сельхозпредприятия с максимальным использованием органоминерального и энергетического потенциала биомассы отходов.

Процессы материального и энергетического обмена внутри биосистемы предполагаются оптимизированными с точки зрения экономичности и рациональности т.е. они должны быть природоподобными для обеспечения устойчивости протекания как внутренних процессов, так и процессов взаимодействия с внешней средой (рис. 4).

Выполнение этого принципа является необходимым условием обеспечения рентабельности функционирования системы. Среди других принципов работы – отбор излишков энергии для реализации высоких переделов, замыкание «углеродного» цикла и кратное повышение глубины использования ресурсов. Отличительные черты такой системы – скорость, качество и экологичность.

Климатический аспект, сохранение углерода в живых системах

Дискуссия, развернувшаяся вокруг проблемы парниковых газов, оставляет поле для существования различных гипотез, но вне зависимости от того, считать ли антропогенное воздействие решающей причиной изменения климата или нет, кампания вокруг глобального потепления способна стать движущей силой технологических перемен, обеспечивающих укрепление экологической и энергетической безопасности, экологизацию отраслей.

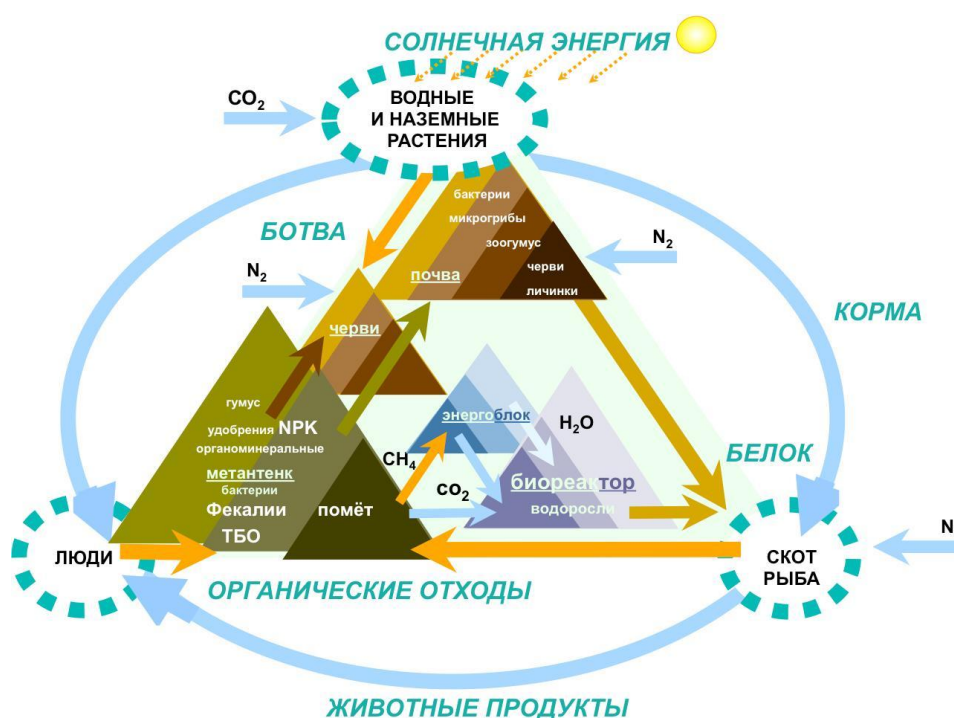


Рис.4. Замкнутый углеродный цикл экологически-эффективного АПК [5].

Проблема энергоэффективности имеет геополитическое измерение, так как задачу снижения зависимости от внешних источников энергии ставят все государства-потребители, и она будет решаться вне зависимости от политических лозунгов. Позиция Российского Зелёного Креста состоит в том, что вне зависимости от причин климатических колебаний нельзя пропустить связанный с этим технологический рывок для повышения энергоэффективности экономики с использованием потенциала сельхозотходов. Результаты последних исследований экспертов Мирового Банка (Гудланд и Анханг) убедительно показывают, что вклад отходов животноводства в выделение газов углеродного эквивалента составляет не менее 51% от общемировой суммы таких выделений.

Специалистами Российского Зелёного Креста на основании официальных результатов всероссийской сельскохозяйственной переписи проведены оценки уровня выбросов парниковых газов, возникающих при обращении с навозом и помётом сельскохозяйственных животных на территории России (Табл. 4).

Результаты анализа показывают, что объем ежегодных выбросов парниковых

газов от животноводства в России составляют по разным оценкам от 440 до 640 ГмЗ в год или от 887 до 1284 Мт в год в пересчете на CO₂, что составляет не менее трети от объёма указанных выбросов в России (3050 Мт CO₂ экв.), зафиксированного по Киотскому протоколу в качестве базового уровня.

Более половины (52%) из этого количества парниковых газов имитируются животными, сконцентрированными на фермах крупных сельскохозяйственных организаций. Немногим менее половины (43%) имитируются животными, рассредоточенными между личными хозяйствами, в которых среднее количество голов КРС или свиней по данным статистики не превышает 2–3.

Таблица 4. Уровень выбросов парниковых газов, возникающих при обращении с навозом и помётом сельскохозяйственных животных на территории России.

Вид животных	Поголовье, Млн. голов	Масса выбросов парниковых газов, Мт
КРС	23,5	467 – 677
Свиньи	17,1	44 – 64
Птица	391	376 – 546
Итого:		887 – 1284

В этой связи Российский Зелёный Крест считает рациональным на первом этапе сосредоточить усилия производителей, властей и представителей международного сообщества на модернизации крупных хозяйств с числом КРС ~ 1 000 голов, свиней ~ 10 000 голов, птицы ~ 30 000 голов.

Модернизация предусматривает оснащение ферм комплексами для анаэробного сбраживания навоза и помёта в биогаз работающими в режиме «on line», разработанными в соответствии с методом Зелёного Креста. Установки производят органоминеральное удобрение и биогаз, который разделяют на горючий метан и инертный углекислый газ. Метан используют на когенераторных станциях для выработки электроэнергии и тепла. Углекислый газ, выделенный из биогаза, вместе с углекислым газом, выделенным из продуктов сгорания метана, направляют на получения дополнительной биомассы методами аквакультуры

Полномасштабное выполнение этого этапа на территории России позволит сократить ежегодные выбросы парниковых газов в окружающую среду на 220 НГм³ или на 440 Мт в пересчете на CO₂, что сопоставимо с суммой предельных выбросов, установленных по Киотскому протоколу для таких крупных европейских стран как Франция, Польша и Италия (Табл. 5).

Таблица 5. Уровни выбросов парниковых газов.

Выбросы парниковых газов,	Россия, Киото	Россия, с/х	Франция, Киото	Польша, Киото	Италия, Киото
Мт/год	3 050	1 280	565	564	480

Продовольственная безопасность

Большинство западных экспертов, принявших участие в обсуждении проблемы влияния сельскохозяйственного производства на климат, (Гудланд и Анханг, лорд Стерн, Гарнет и др.) считают, что решение проблемы в отказе от потребления мясных и молочных продуктов. Для этого предлагается дорогостоящая пропагандистская кампания, которая, по их мнению, должна привести к сокращению поголовья скота и, соответственно, к существенному снижению уровня выделения парниковых газов в атмо-

сферу. Те же эксперты предлагали на Копенгагенском климатическом саммите принять решение по ограничениям в производстве мяса, птицы и молока в 2011–2020 гг. Даже если бы эту инициативу поддержали участники саммита, то это оказало бы крайне негативное влияние на развитие сельского хозяйства и, прежде всего, животноводства в мире.

Российский подход состоит в кардинальном решении этой проблемы без ущерба для развития сельского хозяйства. Более того, предлагаемый Зеленым Крестом метод позволяет не только существенное сокращение уровня выбросов парниковых газов, но и качественное развитие сельскохозяйственного производства на принципах децентрализованного самообеспечения сельхозпроизводителя собственными энергией, моторным топливом и экологически чистыми, высокопродуктивными органоминеральными удобрениями. Применение последних позволяет существенно повысить урожайность основных культур, полностью исключить применение минеральных удобрений и ядохимикатов и, таким образом, повысить биологическую ценность и потребительскую привлекательность выращиваемых продуктов при существенном снижении себестоимости их производства.

Экологические преимущества предлагаемого метода

Метод Зелёного Креста предусматривает полное исключение вредных выбросов отходов животноводства и некоторых отходов при первичной переработке продукции хозяйств и, таким образом, устранить угрозу засорения ими и продуктами их распада почв, поверхностных и грунтовых вод и атмосферного воздуха. Кроме того, как указывалось выше, применение метода позволяет отказаться от минеральных удобрений и ядохимикатов в растениеводстве, что также будет способствовать экологическому оздоровлению территорий, улучшению качества почв и повышению её капитализации.

Органическое земледелие, переработка канализационных стоков, листвы и мегаполисы

Населённые пункты, в особенности мегаполисы, имеют значительные проблемы как экологического, так и инфраструктурного характера. К первым можно отнести значительные количества выделяющихся транспортом и тепловыми электростанциями (ТЭС) количества CO_2 , оксидов азота (NO_x), продуктов неполного сгорания C_nH_m , сажи и прочих взвешенных частиц. Зелёные насаждения позволяют эффективно абсорбировать данные вредные примеси, а почвенные организмы – связывать их, переводя в водонерастворимую форму. Однако как и растения в городской черте, так и почвенные организмы находятся в крайне неблагоприятных условиях, что связано как с высоким уровнем загрязнений, так и с недостаточным поливом и поступлением органических питательных веществ, т.к., преимущественно, органика – травы, опавшие листья, вывозятся за городскую черту, истощая почвы. Эта проблема может быть успешно решена проведением систематических удобрений почвы, с использованием субстратов, полученных при переработке в биореакторе канализационных стоков и биodeградирующих компонентов твёрдых бытовых отходов (ТБО). Параллельно высокая скорость переработки отходов позволяет перерабатывать в этих же реакторах листву, скошенную траву и прочие отходы, вырабатывая субстраты для удобрения газонов, скверов и парков, находящихся в городской и прилегающей к городу черте.

Положительный инфраструктурный эффект заключается в том, что такая переработка снижает нагрузку на систему водоотведения, которая, особенно в исторической части большинства городов, обычно крайне изношена, заросла корнями деревьев, а нагрузка на неё значительно, вплоть до нескольких крат, превышает изначальные проектные значения.



Рис. 5. Заросший корнями канализационный сток [9].

Дополнительный положительный эффект заключается в том, что при наличии соответствующих экологических предпосылок – отсутствие крупных загрязнителей воздушного бассейна, роза ветров, исключая образование смога, в городах – на крышах многоквартирных зданий, в пристройках и даже на их фасадах, выращиваются как декоративные, так и сельскохозяйственные культуры. Это позволяет обеспечить дополнительную как потребность в органоминеральных удобрениях, так и источник сырья для производства указанных удобрений, которым будут являться отходы внутригородского производства сельхозпродукции, обеспечить в населённых пунктах с подходящей экологической ситуацией жильцов МКД сельхозпродуктами собственного производства, для реализации которых может быть приспособлена модель «зелёного магазина» (гринмаркет), имеющая высокую степень автоматизации производства и низкую потребность в воде, которую обеспечивают современные автоматизированные решения, присутствующие на рынке сельскохозяйственной техники и теплиц [10–**Ошибка! Источник ссылки не найден.**].

Заключение

Применение метода Зеленого Креста позволит сельхозпредприятиям и отрасли в целом:

- экологизировать сельскохозяйственное производство, полностью устранив вредные выбросы и засорение почв, поверхностных и грунтовых вод, а также атмосферного воздуха отходами животноводства и растениеводства и продуктами их распада;
- улучшить санитарно-эпидемиологическую и социально-экологическую обстановку за счет полной, цивилизованной и экологически безопасной переработки ранее накапливавшихся биоорганических отходов;
- устранить непроизводительные экологические платежи;
- нормализовать режим работы хозяйств за счет их самообеспечения тепловой и электрической энергией, моторным топливом в децентрализованном режиме;
- организовать производство органоминеральных удобрений, как для собственных нужд, так и для реализации на внешнем рынке;
- повысить качество и, как следствие, капитализацию земли за счет перехода от минеральных к биоорганическим удобрениям;
- создать новые рабочие места.

Массированное применение описанного метода в сельскохозяйственном производстве на национальном или региональном уровнях повлечет существенные положительные изменения в деле обеспечения энергетической, экологической и продовольственной безопасности страны и устранил или существенно ослабит воздействие этой отрасли хозяйства на возможные климатические изменения под действием парниковых газов.

Предлагаемый подход к конструктивному решению, на первый взгляд, частных противоречий, возникающих в ходе развития страны, показывает, что экология, как

наука и способ разумного хозяйствования, может и должна стать новой, мощной производительной силой общества. Единственное условие для реализации этого потенциала – политическая воля масс и адекватность руководства.

Литература

1. Чумаков А.Н., Ильин В.К. Биомасса отходов – энергетический резерв поселений // Альтернативная энергетика №4, 2007.
2. Барановский С.И., Чумаков А.Н., Альтернативная энергетика России: проблемы и перспективы // Альтернативная энергетика №1(7). – 2008.
3. Чумаков А.Н. Полезный мусор // Газета «Гудок», 12.11.2008.
4. Чумаков А.Н. 3 тонны отходов на каждого живущего - бесплатная энергия для сельского хозяйства! Замкнутый цикл - чистая деревня! // Стенограмма выступления на слушаниях в Общественной палате РФ по программе: «Зеленые технологии в сельскохозяйственной отрасли. Научно-техническое и информационное обеспечение регионального развития», 16 декабря 2014, URL: <http://www.ecolife.ru/infos/agentstvo-ekoinnovatsij/33795/> (дата обращения: 25 декабря 2014 г.)
5. Чумаков А.Н., Величко В.В. Система автономного функционирования экоселений с использованием биоотходов // Новосибирск: Материалы II Всероссийской научной конференции с международным участием «Энерго- и ресурсоэффективность малоэтажных жилых зданий», Институт теплофизики СО РАН, 24–26.03.2015., С.405–412
6. Величко В.В. Переработка отходов древесины и местных видов топлив в метан с последующей транспортировкой по существующей газопроводной инфраструктуре // Содействуя экономическому развитию России. Проекты международного общественного фонда «Фонд содействия экономическому развитию им. Байбакова Н.К.» за 1996–2011 гг., М.: Нефть и газ, 2011. – С.133–136
7. Величко В.В. Одностадийное получение сжиженного и сжатого метана из биогаза и газа мусорных свалок для использования в качестве моторного топлива // М.: Материалы XVIII Международной конференции «Экологическое образование и просвещение для устойчивого развития: РИО + 20», Секция 5: «Образование в области использования энергopotенциала биологических отходов», 27–28 июня 2012
8. Величко В.В. Выработка сжиженного метана из низкосортных горючих с применением газогидратной технологии // IV конференция «ТРИЗ. Практика применения методических инструментов» Сборник докладов // М.: 2012. – С.27–34
9. Phoenix Water Leak Detection, URL:<http://phoenixwaterleaks.com/contractors/> (дата обращения: 18.08.2015)
10. Красильникова Ю. На вертикальной ферме в Японии будут работать только роботы // Хайтек, 24.01.2016, URL: https://hightech.fm/2016/01/29/vertical_farms (дата обращения: 28.01.2016)
11. В Японии решили заменить фермеров роботами // Lenta.RU, 24.04.2016, URL: <https://lenta.ru/news/2016/04/24/japan/> (дата обращения: 24.04.2016)
12. Technology Quarterly. The future of agriculture. Factory // The Economist. 09.06.2016, URL: <http://www.economist.com/technology-quarterly/2016-06-09/factory-fresh> (дата обращения: 10.06.2016)

ДЕГРАДАЦИЯ ПОЧВ, КАК РЕЗУЛЬТАТ СИСТЕМНЫХ ЗАБЛУЖДЕНИЙ

Шапиро В.

ПРЕАМБУЛА

Российский ученый В.В. Докучаев, создатель науки – генетическое почвоведение, сказал, что состояние почв – есть зеркало, в котором отражается не только материальный, но и духовный облик человека.

К сожалению, состояние почти всех обрабатываемых человеком почв описывается одним словом – деградация. Деградация почв привела к деградации Древних ландшафтов. Древними ландшафтами я называю ландшафты, бывшие на Земле тогда, когда человек провел по земле первую борозду. Библейская легенда гласит: когда по земле провели первую борозду, из нее потекла кровь. Если вдуматься – так оно и было, только кровь была невидимой – это был почвенный раствор. С этого началось опустынивание. Пустыни отобрали у человека самые продуктивные земли – земли с высоким уровнем солнечной радиации.

Сегодня инженерная мысль человека направлена на обогащение человека за счет окружающей природы, что привело к деградации биогеоценозов, а значит к деградации продуктов питания и, в конечном счете, к деградации самого человека.

Крайней формой этой деградации является опустынивание. Горячее дыхание пустыни уже ощущают на себе много миллионов людей.

Но, увы, деградация окружающей среды касается каждого жителя Земли, даже тех, кто живет в, казалось бы, благополучных районах, к примеру, в Западной Европе.

Нет, голод жителям Европы не грозит, нам грозят заболевания, совсем недавно получившие название «метаболический синдром». Термин «метаболический синдром» объединяет многие системные заболевания.

Ученые всех стран отмечают стремительный рост количества заболеваний, объединенных симптомом «метаболический синдром» и утверждают, что человечество ожидает неминуемая катастрофа, если не будут приняты кардинальные меры, как утверждают ученые медики, науке пока неизвестные, хотя сам термин «метаболический синдром» указывает на причину заболеваний – нарушение обмена веществ.

И все это произошло потому, что человек не нашел правильного ответа на вопрос – что такое питание?

И именно по тому, что человек не нашел правильного ответа на вопрос, что такое питание, он, по сей день, упрямо разрушает почвы.

Я уверенно заявляю – человек никогда не сумеет синтезировать то великое множество регуляторных веществ, которые синтезирует плодородная почва. Через почвенные растворы эти регуляторные вещества попадают в растения, а за тем и в продукты питания, а продукты питания, полученные с использованием агрохимии, потеряли свою главную регуляторную роль. Еще Гиппократ сказал, что лекарством должно быть питание, а питание – лекарством.

Человек не может синтезировать вещества, производимые плодородными почвами, но он может воссоздать самые высокоплодородные почвы – черноземы, и сделать это можно только, как написано в Библии, по образу и подобию. И у нас в России имеется этот образец, девственные черноземы. Кроме того, именно российские ученые В.В. Докучаев, П.А. Костычев, М.С. Гиляров, Ф.Ю. Гельцер и другие тщательно иссле-

довали русские черноземы и почвенные организмы, характерные для девственных черноземов.

Более 10 лет мы собирали как образцы девственных почв, так и почвенные сообщества, впоследствии получившие название – черноземообразующие организмы.

В результате мы получили высокоплодородные почвы – эочерноземы и концентрированные почвенные растворы (КПР), патент РФ 2433109.

Эочерноземы оказались выше девственных черноземов по содержанию гумуса, но главное, конечно, это было их целебное воздействие.

1. Что такое питание?

Живая клетка на 98 – 99% состоит из 4 элементов, входящих в состав атмосферы и гидросферы, это: кислород, водород, углерод и азот.

Это означает, что обеспечить Живую материю биогенными веществами, как строительным материалом, мы легко сможем везде, где есть вода и воздух.

Воздух есть везде, воду тоже добыть можно.

Тогда в чем проблема?

Проблема в том, что человек не разобрался в том, что такое питание.

Человек, якобы разумный, до сих пор не хочет считаться с тем, что **питание – это часть фундаментального явления – обмена веществ.**

А первым в этом разобрался великий философ Клод Бернар, больше известный, как великий физиолог, поскольку провозглашенные им всеобщие законы устройства Живой материи ни коллеги физиологи, ни коллеги философы просто не заметили, а до общества эти, важные для понимания сути жизни открытия просто не дошли.

В 1878 году, уже после смерти ученого, сразу на 4-х языках, французском, английском, немецком и русском вышла книга Клода Бернара *«Курс физиологии. Жизненные явления общие растениям и животным»*.

Клод Бернар, первым назвал обмен веществ явлением **общим** для всех живых организмов. Где-то спустя полвека эти «жизненные явления» были снова открыты и получили научное название «метаболизм».

Обмен веществ это не только обмен между организмом и окружающей средой – это круговорот биогенных веществ, энергии и информации.

Клод Бернар с удивительной прозорливостью, задолго до появления науки трофологии (наука о питании) и многих других биологических наук, также первым указал на то, чем живые организмы отличаются от химической лаборатории: **все химические преобразования внутри живых организмов идут под контролем ферментов.**

Несомненно – жизнь зародилась в Древнем, тогда едином, океане. Земной пейзаж той поры был достаточно однообразен – бескрайний океан и торчащие из него жерла вулканов. Каждый шаг, последовавший за появлением первых живых организмов соэволюции, связан с появлением новых ферментов. Для синтеза этих новых ферментов нужны новые микроэлементы. Откуда брались эти микроэлементы? Из древнего, повторяю, тогда единого океана.

Ферменты – это огромные органические молекулы, имеющие форму компактной глобулы с молекулярной массой от десятков тысяч до сотен тысяч единиц. Это что-то вроде мотка колючей проволоки. На поверхности этой глобулы-фермента создаются участки строго определенной формы. Биологи это называют активным центром фермента. Именно здесь происходит сближение двух молекул столь тесное, что срабатывают электростатические силы.

Фермент – это верстак, на котором производят контактную сварку или резку молекул. Форма активного центра соответствует форме какой либо части молекулы при

«резке». Или форме двух окончаний субмолекул при «сварке». **Бактерии умеют изменять форму фермента, изменяя её до формы нужной молекулы, как и положено искусному формовщику.**

В специфическую матрицу-ловушку попадают только специфические молекулы. Идентификация в микромире происходит по очертаниям поверхности объекта. При этом зачастую, играет роль очертание какого-либо участка поверхности объекта идентификации (на этом строится, к примеру, иммунное узнавание). В ловушке-ферменте происходит либо присоединение молекулы воды и соответственно разрыв макромолекулы, либо удаление молекулы воды – синтез макромолекул. В первом случае идет выделение энергии, во втором её поглощение.

В каждой клетке нашего тела работает одновременно примерно 500 ферментов и идёт сложнейшая работа по разложению и синтезу органических веществ.

При этом скорость каждой специфической реакции, протекающей в клетке должна регулироваться в зависимости от скоростей других реакций.

Вещества, останавливающие реакцию или замедляющие скорость реакции, называются ингибиторами, вещества, возобновляющие или ускоряющие реакции – гормонами. Ингибиторы и гормоны могут быть и неорганического происхождения, но, как правило, именно метаболиты – продукты внутриклеточного обмена веществ – являются регуляторами жизнедеятельности клеток.

Просто термины «фермент», «гормон», «витамин», «пигмент» и т.п. обозначают функции биологически активных молекул, а термин «метаболит» показывает его происхождение. «Отработанные» метаболиты клетка выделяет во внешнюю среду, и там эти метаболиты становятся сигнальными молекулами для других клеток и несут информацию о процессах, идущих в клетке. Эта информация руководит жизнедеятельностью других клеток. Взаиморегуляция жизнедеятельности клеток – основополагающий признак Живого.

Представьте себе, каким объемом информации оперирует наше тело, если помимо клеток нашего тела с нашим организмом информационно связаны ещё и микроорганизмы-симбионты, количество которых во много раз превосходит количество соматических, т. е. принадлежащих нашему телу, клеток.

Фермент – это «верстак», на котором собираются и разрушаются все биогенные вещества. Никакое химическое производство не сравнится по сложности и слаженности с живым организмом.

В активном центре любого фермента, как правило, находятся достаточно редкие вещества, получившие название микроэлементов. **Микроэлементы получили свое название именно потому, что они содержатся в живых организмах от одной тысячной доли процента и до ничтожно малых величин, и остаются при этом незаменимыми.**

Почему?

А потому, что созволюция живых организмов не имеет обратного хода.

И любое живое существо живет до той минуты, пока может обеспечить все клетки своего организма всеми незаменимыми компонентами, а их множество, в том числе и микроэлементами.

Как получали и получают эти микроэлементы все живые существа?

Жители Древнего океана получали эти микроэлементы прямо из воды. Отмечу, что химический состав Древнего океана и химический состав современных океанов различается, но Древний океан, по сей день, «шумит» у нас в крови, ибо солевой состав крови напоминает солевой состав Древнего океана.

Сегодня, мы получаем эти микроэлементы в основном через пищу и воду!

Откуда берутся эти микроэлементы в пище и воде?

Из земли. И слово земля имеет в данном случае два смысла: Земля как планета, на которой мы живем, и земля, по которой все мы ходим.

А точнее земля, в которой живет невероятное множество живых организмов и из которой все растет.

Как ни странно, человек, осваивающий Космос не ответил на простой, казалось бы, вопрос: как питается растение? И вообще что такое питание?

Откуда получают все эти микроэлементы растения?

Из почвенного раствора.

Это очевидно – у растения нет зубов.

Живая клетка состоит из макро и микроэлементов.

Понятно – макроэлементы это те, которых много, микроэлементы – которых мало (от 0,001% до 0,000001%).

Макроэлементы:

Основных макроэлементов 4. Это те макроэлементы, которые входят в состав воды и воздуха. Их содержание в клетке примерно 99%.

Кислород: 65 – 75%

Углерод: 15 – 18%

Водород: 8 – 10%

Азот: 0,2 – 2%

И вот, что удивительно: углекислого газа в атмосферном воздухе примерно 0,03%, а основное углеродное питание растений – фотосинтез, и углекислого газа и солнечного света хватает всем, даже травинкам в хвойном лесу.

Далее идут **макроэлементы**, содержание которых в живых существах значительно меньше, но все они незаменимы:

Калий: 0,15 – 0,4%

Сера: 0,15 – 0,2%

Фосфор: 0,2 – 1%

Хлор: 0,05 – 0,1%

Магний: 0,02 – 0,03%

Натрий: 0,02 – 0,03%

Кальций: 0,04 – 2%

Микроэлементы:

К микроэлементам относят элементы, составляющие от 0,001% до 0,000001% от массы тела живых существ.

К микроэлементам относят: ванадий, германий, йод, кобальт, марганец, никель, рутений, селен, фтор, медь, хром, цинк и др.

Несмотря на мизерное содержание многие микроэлементы незаменимы.

Совсем недавно в медицине появился новый синдром: микроэлементозы, а среди медиков появилась новая специальность – микроэлементологи.

Итак, полноценные продукты питания – это продукты питания, у которых имеется все необходимое для полноценной жизни.

2. Как все эти жизненно необходимые элементы попадают в живые организмы?

Из плодородной почвы!

Несомненно – жизнь зародилась в Древнем, тогда едином, океане. Земной пейзаж той поры был достаточно однообразен – бескрайний океан и торчащие из него жерла вулканов. Каждый шаг, в последовавшей за появлением первых живых организмов созволюции, связан с появлением новых ферментов. Для синтеза этих новых фер-

ментов нужны новые микроэлементы. Откуда брались эти микроэлементы? Из древнего, повторяю тогда единого, океана.

Когда живые чисто водные организмы в результате тектонических перемещений земной коры очутились на суше, перед ними встал целый ряд проблем, и первой из них – это надо обеспечить свой организм полным набором незаменимых ферментов.

Основными «поставщиками» в биотический оборот питательных и регуляторных веществ, в состав которых входят эти микроэлементы являются растения.

Но надо помнить, что растения не синтезируют эти регуляторные вещества, они получают их из почвенного раствора.

Все девственные почвы водо- и воздухопроницаемы. Все растения питаются почвенным раствором, который создается симбиотическим комплексом растения – почвы – почвенные микроорганизмы.

Отметим, что знаменитая формула минеральных удобрений NPK в девственных почвах просто не имеет смысла. Когда почвы водо- и воздухопроницаемы, то почвенный раствор имеет сходный состав на сравнительно большой территории и все необходимые макро и микроэлементы никогда не исчезают из биотического оборота, все питательные и регуляторные вещества постоянно разлагаются и синтезируются в почвах. Кроме этого азот дополнительно фиксируется из воздуха, к примеру, ризосферными микроорганизмами, фосфор, калий и пр. дополнительно извлекаются из материнских почв литотрофными микроорганизмами.

Отмечу, что главные поставщики азота для растений – это растительноядные насекомые, которых человек относит к «вредителям». Они выделяют через т.н. мальпигиевы сосуды мочевую кислоту. Кроме того, все они синтезируют хитин.

Минеральная теория права – растения питаются минеральными солями, но природа хранит их в водонерастворимом гумусе. Посредниками, связывающими растения и гумус, являются почвенные микроорганизмы.

Природное питание растений происходит в системе: растения – почва – почвенные микроорганизмы.

В вегетативный период растения выделяют в почву примерно половину всех синтезируемых растениями веществ. Для чего?

Растения кормят бактерии и когда бактерии достигают нужного количества, растения прекращают «подкормку». Тогда бактерии берутся за менее «привлекательный» гумус. Гумус – это органоминеральное вещество. Микроорганизмы поедают органику – минеральные вещества переходят в почвенный раствор, которым питаются растения.

Когда вегетативный период заканчивается, растения выделяют ингибиторы и останавливают размножение микроорганизмов.

Почва очень сложная среда. В ней играют роль размер частиц, соотношение частиц разного размера, агрегирование частиц и многое другое. Промежутки между твердыми частицами почвы и их агрегатами заполнены водой и воздухом. Соотношение жидкой и газовой фаз в различных почвах меняется в зависимости от сезона и погодных условий. Вода может находиться в почве в различных формах. Когда почва перенасыщена влагой, она занимает все пространства между агрегатами, под влиянием силы тяжести просачивается и уходит в грунтовые воды. Такая вода называется гравитационной. Вода между близко соседствующими частицами находится под влиянием сил поверхностного натяжения – носит название капиллярной и движется в любом направлении. Вода, образующая пленку на поверхности твердых частиц, называется плёночной. Тончайший молекулярный слой воды, связанный на поверхности твердых час-

тиц, представляет гигроскопическую воду. При влажности, меньшей определенного уровня, воздух в почве не содержит водяных паров, и растение начинает увядать. Из этого следует, что состояние растений является точным индикатором состояния почв.

Общая поверхность микрокапель, капилляров и пор между твердыми частицами почвы столь велика, что позволяет сосуществовать огромному количеству микроскопических организмов и мелких животных.

Например, в почве средней полосы на каждом квадратном метре можно встретить до тысячи разных видов почвенных обитателей. Среди них до миллиона клещей и ногохвосток, сотни многоножек, личинки насекомых, дождевых червей, 50 миллионов круглых червей, численность же простейших даже трудно сосчитать. Именно это сообщество почвенных организмов и является создателем плодородия.

Аргументы Ю. Либиха и других сторонников минеральной теории питания растений, мол, растения появились на Земле раньше животных, а значит, питание растениям предоставило минеральное царство, говорит о незнании того, когда и как появились растения.

Обитатели суши – растения и животные – появились одновременно.

Постоянные колебания Земли неоднократно приводили к тому, что дно морское превращалось в участки суши. И вот, примерно 440 миллионов лет назад, когда из древнего океана проступил участок суши, сообщество морских организмов оказалось достаточно зрелым для того, чтобы начать осваивать новую стихию.

В 1949 году вышла монография М. С. Гилярова “Особенности почвы как среды обитания и её значение в эволюции насекомых”.

Изучение почвенных насекомых и почвы как среды обитания привело Гилярова к выводу, что почва представляет собой промежуточную среду обитания в эволюционном формировании наземных насекомых из чисто водных.

Сегодня выводы выдающегося российского ученого ни у кого сомнений не вызывают. В нескольких сантиметрах почвенного покрова разместились все богатства флоры и фауны великого Древнего океана.

Именно зернистая структура почв сделала возможным сосуществование такого огромного разнообразия почвенных организмов. Именно зернистая структура чернозема позволяет перерабатывать огромные количества поступающей в почву органики. Чернозем – самый эффективный биореактор, предназначенный для переработки органики.

Подсчитано, что количество бактерий и микроскопических грибов, которое имеется на одном гектаре в пятнадцатисантиметровом слое хорошо удобренной почвы по своему метаболическому потенциалу равно метаболическому потенциалу нескольких десятков тысяч человек! **На единицу произведенной “продукции” в почве, как среде обитания, воды и энергии расходуется намного меньше, чем в других средах обитания – воздушной или водной.**

Уверяю вас, что главная роль плодородных почв – регуляция жизни в геобиоценозах осталась незамеченной.

3. Как обеспечить всех людей полноценными продуктами питания?

Увы, заметить регуляторную роль плодородных почв нам придется, ибо количество заболеваний, совсем недавно получивших название «метаболический синдром» нарастает лавинообразно.

Человек пытается закрыть брешь в здоровье производством всяких биологически активных добавок, пробиотиков, пребиотиков и т.п.

На Западе научились производить т. н. органические продукты, но они дороги и хватит их только на т.н. «золотой миллиард». Уверяю вас, мы с вами в этот миллиард не входим.

Но, увы, даже жителей «цивилизованных» стран это уже не спасет.

Уверяю вас, что того множества регуляторных веществ, которое производится в почвах, мы никогда не сумеем синтезировать, но мы можем производить сами почвы, при этом перерабатывая все т.н. отходы жизнедеятельности.

При этом, как отметил Клод Бернар в т.н. отходах жизнедеятельности, а на самом деле в продуктах обмена веществ питательных веществ может быть меньше, может быть столько же, а может быть и больше, чем в исходных продуктах питания.

Есть еще одно соображение: т.н. отходы жизнедеятельности необходимо перерабатывать еще и потому, что микроэлементы организм из продуктов питания берет ровно столько, сколько ему нужно в данный момент, остальные идут в т.н. отходы.

Когда мы в искусственных условиях повторили процессы, шедшие при образовании девственных черноземов, то получили высокоплодородные почвы, превышающие девственные черноземы по содержанию гумуса и по благотворному воздействию на растения. Впоследствии эти почвы получили название эочерноземы. Отмечу, что кроме искусственного климата при производстве эочерноземов ничего искусственного в эочерноземах нет, все составляющие эочерноземов чисто природные.

Высшим нашим достижением при разработке технологий эочернозема явилось получение концентрированного почвенного раствора (КПР).

Свой раствор мы называли концентрированным потому, что, во-первых, такой концентрации почвенных организмов в девственной природе не бывает, во-вторых, КПР благотворно действует на растения и при больших разбавлениях в 50 и более раз.

Но главное, что позволяет почвенный раствор это промышленно производить плодородные почвы и почвенные растворы и переработать при этом все скопившиеся во всем мире т.н. отходы жизнедеятельности человека и сельскохозяйственных животных.

Когда я впервые понял, что, используя тяжелую технику и ядохимикаты, человек разрушил налаженный многими миллионами лет планетарный биотический оборот, я пришел в ужас.

Когда я понял, с какой скоростью мы можем восстановить Древние ландшафты, я успокоился. Древними ландшафтами я называю ландшафты, которые были на Земле до того, как человек провел по земле первую борозду.

Библейская легенда гласит, когда по земле провели первую борозду, из нее полилась кровь. Так оно и было, только кровь эта была невидимая – это был почвенный раствор.

Кроме того, мы знаем, как использовать огромные запасы гумуса, заготовленные прошлыми эпохами для восстановления Древних ландшафтов.

Отмечу, что восстанавливать придется одновременно и почвы, и растительный, и животный мир Древних ландшафтов. К счастью, наши технологии позволяют промышленно производить и полноценные корма для всех видов животных, вплоть до пчел, и полноценные продукты питания для человека.

Особо остро стоят эти проблемы в густонаселенных аридных зонах, где наступление пустыни достигает 10 км в год по всему периметру пустыни. Горячее дыхание наступающей пустыни ощущают на себе уже сотни миллионов человек, и может быть, всемирная угроза всему живому остановит раздирающие человечество распри.

К счастью, в России имеется полный набор технологий, позволяющий одновременно обеспечить всех полноценными продуктами питания и восстановить Древние ландшафты.

Объединение наших технологий позволит не просто остановить наступление пустыни, а и перейти в «контрнаступление».

4. Контрнаступление на пустыню как путь к спасению!

Дело в том, что мы предлагаем принципиально другие технологии жизнеобеспечения и там, где уже налажено сельскохозяйственное производство мы будем втянуты в конфликт. Поэтому нам нужны свободные земли.

Нам не надо, как это делали когда-то пророки, уходить в пустыню, пустыня сама пришла к нам. А главное, что открыло дорогу пустыне – это неверный ответ на вопрос: что такое питание?

Одной из основных причин опустынивания – хлебопашество.

Хлебопашество привело к процветанию и могуществу древние земледельческие государства. Зерно хорошо хранится. И древние государства, к примеру, шумеры, умели зерно не только выращивать, но и хранить. Главными сооружениями древнего государства, к примеру шумеров, были зернохранилища. Может быть, и египетские пирамиды были хранилищами?

Когда наступали неурожай, к примеру, засухи, то зерно становилось источником не только богатства, но и могущества.

Сушеные фрукты, овощи, мясо или мед тоже хорошо хранятся, но в зерне есть все необходимое для жизни, зерном можно кормить скот, и зерно становится источником богатства, когда наступает благоприятный для выращивания новых урожаев период.

Но у зерна есть недостаток, зерновые – это, как правило, однолетние растения и надо ежегодно пахать землю. И количество обрабатываемых «культурных» полей становится избыточным.

Дело в том, что деградация Древних ландшафтов привела к тому, что нарушился баланс между количеством растительноядных и хищных насекомых. Хищные насекомые – главные регуляторы количества «насекомых-вредителей». Хищные насекомые живут колониями в норах в земле или в диких зарослях, а где вы найдете, к примеру, в Западной Европе свободные земли или дикие заросли?

Самое удивительное, что именно растительноядные насекомые главные фиксаторы атмосферного азота, и это обязательное звено такого явления, как плодородие, но об этом в другой раз.

Так вот, наши технологии позволяют резко сократить количество земель под зерновые культуры. Мы по иному используем зерновые культуры, мы используем не зерно, а ростки. За первые дни роста, с растениями происходят удивительные превращения: крахмал зерна превращается в глюкозу, появляются ростовые и регуляторные вещества, за несколько дней растения в несколько раз (в 5-10 раз и более) увеличивают вес.

В основном за счет воды, скажет опытный животновод.

Да, но это другая вода, это уже не питьевая вода, это – тканевая жидкость. Любое животное на преобразование воды тратит энергию.

Есть еще один источник кормов. Это целлюлоза. Целлюлоза – это полимер глюкозы. У нас имеется оборудование, которое «рвет» целлюлозу на простые сахара. И сырьем для производства полноценных кормов становятся почти любые растения.

В Европе хорошо освоены технологии выращивания т.н. энергетических лесов. Это леса из быстрорастущих деревьев, высаживаемых черенками, таких как осина или ива, а осина и ива являются основой зимнего корма для диких растительноядных животных в лесах средней полосы России.

Энергетические леса по нашим технологиям становятся еще и кормовыми. Кора и тонкие ветки – это, несомненно, высококачественный корм. Древесина, измельченная на современном дезинтеграторе, тоже становится источником полноценных кормов.

В совокупности эти технологии позволяют на границе с пустыней организовать безотходные животноводческие комплексы, производящие не только высококачественную животноводческую продукцию, но и экомочерноземы и почвенные растворы, позволяющие начать контрнаступление на пустыню.

Мы будем отвоевывать у пустыни земли, совсем недавно бывшие степью, а в древних рукописях писали о степи: роса аки море. Степи, это зона континентального климата, где значителен перепад температур между днем и ночью, и этого перепада достаточно, чтобы образовался конденсат.

Так вот, основной конденсат идет в почвах, когда почвы воздухопроницаемы, а по нашим технологиям мы получим воздухопроницаемые почвы.

Безусловно, для защиты от суховеев нужны будут лесополосы. Сразу же после Великой отечественной войны Ф.Ю. Гельцер были разработаны технологии, позволяющие выращивать в степи не просто лес, а грибной лес. Фаня Юрьевна доказала, что жизнью лесных деревьев управляет симбиоз деревьев с грибами, не даром на Руси грибы получили название – подберезовик, подосиновик, боровик, дубовик.

Есть еще одно удивительное явление природы – в аридных (засушливых) зонах цветущие растения выделяют больше нектара, а мы владеем технологиями павильонного содержания пчел. Эти павильоны устроены таким образом, что создаются оптимальные условия для круглогодичного содержания пчел, и пчелы собирают меда много больше обычного.

Таким образом, проект контрнаступление на пустыню становится еще и коммерческим проектом, восстанавливающим Древние ландшафты и производящим разнообразные полноценные продукты питания круглый год.

Пустыня отобрала самые высокопродуктивные земли, бывшие когда-то райским садом.

И кто знает, может быть, столь эффективный проект как «Контрнаступление на пустыню» наконец-то примирит враждующие народы.

РЕЗЮМЕ

Описанные здесь технологии позволили нам перейти к куда более общей концепции «технологии ХБО»

ХБО – это хомобиотический оборот – оборот биогенных веществ, энергии и информации, направляемый человеком разумным.

Технологии ХБО – это технологии «подражания» Природе, это технологии расширенного воспроизводства плодородия. Только подражая природе мы сможем восстановить Древние ландшафты. Улучшить природу нельзя, но можно многократно ускорить процессы гумусообразования, за счет создания идеальных условий для воспроизводства плодородия.

Литература

1. Бернар К. Курс общей физиологии. Жизненные явления общие растениям и животным. СПб, 1878
2. Гельцер Ф.Ю. Значение микроорганизмов в образовании перегноя и структуры почв. М: 1940.

3. Гельцер Ф.Ю. Симбиоз с микроорганизмами – основа жизни растений. М: МСХА, 1990.
4. Гельцер Ф.Ю. Микробиологическая теория иммунитета растений и разработка приемов их оздоровления /Доклад на техсовете Минсельхоза СССР. М., 1978.
5. Гельцер Ф.Ю. Перегной – его образование и свойства /Рукопись докторской диссертации. 500 с.
6. Гиляров М.С. Особенности почвы как среды обитания и её значение в эволюции насекомых.
7. Дарвин Ч. Образование растительного слоя деятельностью дождевых червей и наблюдения над образом жизни последних. – т. 4, книга II, М., 1929
8. Докучаев В.В. Дороже золота русский чернозем. М: Изд. МГУ. 1994.
9. Либих Ю. Химия в приложении к земледелию и физиологии. М: 1936.
10. Либих Ю. Будущность земледельческих государств. 1881.
11. Шапиро В.А. Азбука плодородия, как азбука выживания. М: 2011
12. Шендеров Б.А. Функциональное питание и его роль в профилактике метаболического синдрома. М: ДеЛи принт 2008