

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 экомплекса.

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.