

// Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo. – 2009. – № 5. – S 43-44.

9. Puhonto L.M. Dolgovechnost' zhelezo-betonnyh konstrukcij inzhenernyh sooruzhenij: (silosov, bunkerov, rezervuarov, vodonapornyh bashen, vodonapornyh sten): monografija. – M.: Izd-vo ASV, 2004. – 424 s.

10. K metodike ocenki rabotosposobnosti zhelezobetonnyh konstrukcij pri naruzhenii scepnenija armatury s betonom pri korrozionnyh povrezhdenijah / E.G. Pahomova, V.M. Kretova, A.V. Gordeev, A.S. Majakov // Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo. – 2011. – № 8. – S. 28-29.

УДК 66:628.5

**В.С. Ежов**, д-р техн. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» (Курск) (e-mail: vl-ezhov@yandex.ru)

**А.С. Сидоров**, инженер, ООО «ЭКАС» (e-mail: n-ord@mail.ru)

**Н.Е. Семичева**, канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» (Курск) (e-mail: nsemicheva@yandex.ru)

**Э.В. Умеренкова**, канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» (Курск) (e-mail: elinaelya@gmail.com)

**С.В. Павлов**, канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» (Курск) (e-mail: sv.sx@mail.ru)

#### **ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ ОЧИСТКИ СБРОСНЫХ ГАЗОВ ПРИ УТИЛИЗАЦИИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОТХОДОВ**

*Одной из основных проблем жилищно-коммунальных служб населенных пунктов является утилизация твердых бытовых отходов. Поэтому разработка способов сбора, обезвреживания и утилизации данного типа отходов, являющихся многокомпонентной смесью различного фракционного состава, является актуальной задачей.*

*В настоящее время наблюдается тенденция по увеличению скорости загрязнения природной среды твердыми промышленно-бытовыми отходами. Помимо угрозы здоровью людей загрязнение воздуха наносит огромный вред воздушной атмосфере, окружающей среде.*

*С целью управления качеством воздушной атмосферы при утилизации биологических отходов и снижении загрязнения окружающей атмосферы, предлагается укомплектовывать крематоры и инснераторы инновационной конструкцией санитарной приставки. Предложенный способ повышения экологических характеристик установок утилизации биологических отходов позволяет повысить эффективность очистки дымовых газов от вредных компонентов и управлять качеством воздушной атмосферы при утилизации биологических отходов. Реализация данного способа очистки дымовых газов от вредных газообразных примесей повышает эффективность технологической схемы очистки и КПД установки.*

*Для оценки эффективности работы санитарной приставки на кафедре теплогазоводоснабжения Юго-Западного государственного университета была разработана экспериментальная установка и проведены исследования. Результаты эксперимента показывают, что использование предлагаемой конструкции санитарной приставки в схеме утилизации твердых биологических отходов позволяет очистить сбросные (дымовые) газы от вредных примесей до 70 %.*

*Таким образом, предложенное техническое решение снижает количество вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу, что улучшает его экологические характеристики в районе жилых массивов, повышая тем самым санитарно-гигиенический комфорт проживающих в них людей.*

**Ключевые слова:** техническое решение, бытовые отходы, качество воздушной атмосферы, очистка сбросных газов.

\*\*\*

Наибольшую проблему для жилищно-коммунальных служб составляют твердые

бытовые отходы, образующиеся повсюду, а также разработка способов их сбора,

обезвреживания и утилизации, которые затруднены тем, что эта группа отходов представляет собой многокомпонентную смесь различного фракционного состава.

В настоящее время наблюдается тенденция по увеличению скорости загрязнения природной среды твердыми промышленно-бытовыми отходами. Это вышедшие из употребления упаковочные материалы, бытовые и промышленные приборы, машины, бумага, консервные банки, бутылки, остатки пищи, строительный мусор и т. д. По данным ООН, в городах количество такого рода отходов, приходящихся на душу населения, ежегодно составляет 500-600 кг. Свалки вокруг заводов отнимают земли, портят ландшафты, содержат токсичные вещества и патогенную микрофлору.

В питьевой воде все чаще встречаются сложные химические соединения, которые негативно влияют на физиологические функции организма человека. Увеличение числа случаев астмы и болезней бронхов свидетельствует о пагубных последствиях загрязнения воздуха.

Помимо угрозы здоровью людей загрязнение воздуха наносит огромный вред воздушной атмосфере, окружающей среде [1, с. 165-169].

Для очистки сбросных (дымовых) газов и с целью обеспечения максимальной эффективности охранных мероприятий предлагается использовать санитарную приставку для очистки дымовых газов, образующихся при утилизации твердых биологических отходов в крематорах, от вредных примесей.

Устройствами, предназначенными для уничтожения твердых биологических отходов, образующихся, например, от падежа домашней птицы, животных, на птицефабриках, животноводческих и зве-

рофермах, в лабораториях на рынках, ветеринарных клиниках и больницах, являются крематоры и инсинераторы.

Типичными областями применения подобного рода устройств являются: предприятия коммунально-бытового хозяйства, учреждения здравоохранения и судебно-медицинской экспертизы, учреждения ветеринарии, предприятия агропромышленного комплекса, торговые организации, подразделения МЧС РФ, то есть там, где есть необходимость быстро избавиться от имеющихся отходов органического происхождения.

Идеальным решением для утилизации биологических отходов от свиней, птиц, овец и крупных домашних животных, ферм и боен, является использование инсинератора, соответствующего стандартам ЕС, снабженного камерой дожигания для контроля за выбросами, автоматической горелкой, футеровкой с низкой теплоаккумулирующей способностью, таймером и откатной крышкой.

Так, например, инсинератор VOLKAN 1000, с уникальной конструкцией для загрузки сверху (при открывании крышка легко двигается по рельсам, обеспечивая легкий доступ для ручной и механической загрузки), удобен в использовании. Все средства управления расположены далеко от области загрузки, что позволяет избежать повреждений при загрузке машины. Этот инсинератор высокоэффективен, т.к. использует автоматические высокопроизводительные горелки, футеровку низкой теплоемкости и управление таймерами, что гарантируют минимальные эксплуатационные расходы, он легко устанавливается на участке, для чего необходимы лишь ровная забетонированная площадка, электричество 240 Вт и подача топлива. При уровне производи-

тельности менее 50 кг в час, инсинератор относится к категории оборудования с низкой производительностью и не требует специального разрешения для использования на ферме [2, с. 28-29].

Установки утилизации биологических отходов выбрасывают в значительном количестве вредные вещества, такие как летучая зола, оксиды серы, оксиды азота, оксиды углерода, хлористый водород, фтористый водород [3], что приводит к заметным ухудшениям экологической обстановки в районе расположения крематория и снижению качества воздушной атмосферы.

С целью управления качеством воздушной атмосферы при утилизации биологических отходов и снижения загрязнений окружающей атмосферы, предлагается укомплектовывать крематоры и инсинераторы санитарной приставкой для очистки дымовых газов (рис.) [4; 5, с. 56-62].

Предлагаемая санитарная приставка для теплогенератора крышной котельной состоит из корпуса 1, снабженного патрубком выхода дымовых газов 2 и пирамидальным днищем 3, внутри которого в шахматном порядке друг над другом размещены съемные горизонтальные перфорированные корзины 4, заполненные смесью крошки гашеной извести  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  5 и активированного угля 6, уложенные на опорные уголки 7 и закрытые сверху и снизу ячейками масляного фильтра 8, сетки 9 которых покрыты слоем висцинового масла 10, при этом под нижней корзиной 4 в пирамидальном днище 3 помещено окно 11, соединенное с водяным экономайзером 12, устроенным таким образом, что его газовые каналы 13 сообщаются с окном 11 и через патрубок входа дымовых газов 2 - с выходным патрубком дымовых газов парогенератора,

патрубок выхода дымовых газов 2 сообщается с атмосферой через дымовую трубу 14 и дефлектор 15, пирамидальное днище 3 соединено через гидрозатвор с дренажным трубопроводом.

Дымовые газы, образующиеся в топке теплогенератора, поступают через патрубок входа дымовых газов 13 и водяной экономайзер 12. При этом дымовые газы на выходе из водяного экономайзера 12 в результате теплообмена с водой, проходящей по каналам, охлаждаются до температуры ниже точки росы, в них начинается процесс конденсации водяных паров и окисление кислородом (кислород присутствует в дымовых газах в результате избытка воздуха, подаваемого на горение топлива и его присоса в теплогенераторе, в результате чего его концентрация может достигать 6-8% объемных [7] оксидов азота ( $\text{NO}$ ) и оксидов серы ( $\text{SO}_2$ ) до  $\text{NO}_2$  и  $\text{SO}_3$ . После чего охлажденные дымовые газы попадают в первую нижнюю перфорированную корзину 4, заполненную смешанной крошкой  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  5 и активированного угля 6 и закрытую ячейкой масляного фильтра 8, сетки 9 которой покрыты слоем висцинового масла 10 (висциновое масло не имеет вредных примесей и широко используется в ячеистых масляных фильтрах систем вентиляции для очистки воздуха [6] и в то же время способно сорбировать органические и механические примеси, так как его основой являются также органические соединения).

В корзине 4 происходят реакции взаимодействия находящихся в дымовых газах оксидов и диоксида азота ( $\text{NO}_x$ ), оксидов серы ( $\text{SO}_x$ ), диоксида углерода ( $\text{CO}_2$ ), уносимых капель конденсата с крошкой гашеной извести 5 с образованием нитрата кальция ( $\text{Ca}(\text{NO}_2)_2$ ), нитра-

та кальция ( $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ), сульфата кальция ( $\text{CaSO}_4$ ) и углекислого кальция ( $\text{CaCO}_3$ ), а также поглощение крошкой активированного угля 6 и слоем висцинового мас-

ла 10 на сетках 9 ячейки масляного фильтра 8 оксида углерода (CO) и органических примесей (например, полиароматические углеводороды - ПАУ) [7].

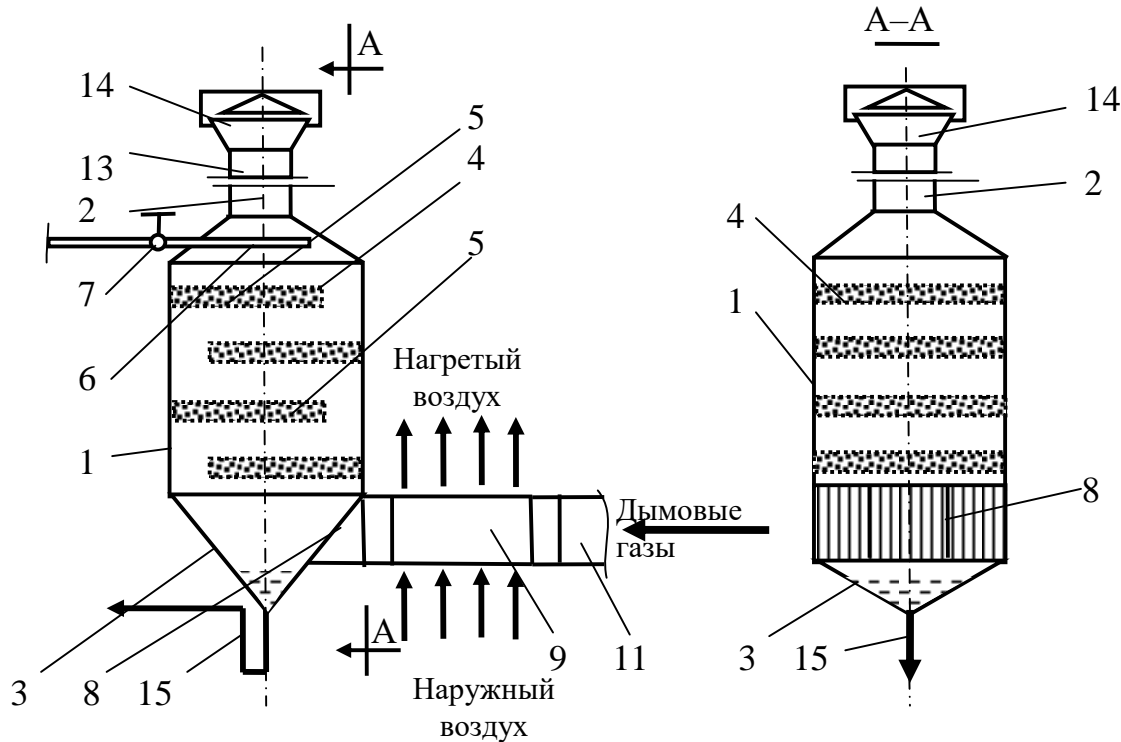


Рис. Санитарная приставка: 1 – корпус; 2 – патрубок выхода дымовых газов; 3 – пирамидальное днище; 4 – перфорированные корзины; 5 – гашеная известь; 6 – активированный уголь; 7 – опорные уголки; 8 – масляный фильтр; 9 – сетки; 10 – висциловое масло; 11 – окно; 12 – водяной экономайзер; 13 – патрубок входа дымовых газов; 14 – дымовая труба; 15 – дефлектор

Очищенные от части вредных примесей дымовые газы, смешанные с воздухом, из нижней корзины 4 проходят через следующие корзины 4, где окончательно очищаются от вредных примесей по вышеупомянутым реакциям и через дымовую трубу 14 и дефлектор 15, который усиливает величину тяги [8, 9], удаляются в атмосферу.

После утраты реакционной способности гашеной извести 5, насыщения активированного угля 6 и слоя висцинового масла 10 в корзинах 4 снимают вертикальную боковую крышку корпуса 1, вытаскивают корзины 4, опорожняют их, заполняют свежей гашеной известью 5, активированным углем 6, закрывают

ячейками масляного фильтра 8 с сетками 9, покрытыми слоем свежего висцинового масла 10, и устанавливают их на место.

Продукты реакции очистки – нитрит и нитрат кальция, сульфат кальция ( $\text{Ca}(\text{NO}_2)_2$  и  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{CaSO}_4$ ), шлам из пирамидального днища 3, также насыщенный этими компонентами, далее можно использовать в качестве азотосодержащих удобрений в сельском хозяйстве [7].

Очищенный конденсат по мере надобности можно подавать в систему отопления, а излишек – в конденсатный бак, где он хранится.

Для оценки эффективности работы санитарной приставки на кафедре тепло-

газоводоснабжения Юго-Западного государственного университета проводились исследования (на разработанной экспериментальной установке) по определению величины концентрации вредных веществ в дымовых газах до санитарной приставки и после санитарной приставки. Для определения количества вредных веществ в дымовых газах использовали газоаналитический прибор MSI 150 PRO, который определяет: температуру газа, температуру воздуха, концентрации  $O_2$ ,  $CO$ ,  $NO_x$ ,  $SO_2$ ,  $CO_2$ ,  $CO$ . Результаты эксперимента показывают, что использование предлагаемой конструкции санитарной приставки в схеме утилизации твердых биологических отходов, позволяет очистить сбросные (дымовые) газы от вредных примесей до 70 % [10, с. 176-179].

### Выводы

Результаты проведенных исследований показывают:

Предложенный способ повышения экологических характеристик установок утилизации биологических отходов позволяет определить эффективность очистки дымовых газов от вредных компонентов, позволяет управлять качеством воздушной атмосферы при утилизации биологических отходов.

Реализация данного способа обеспечивается схемой установки санитарной приставки и позволяет укомплектовать действующие установки для утилизации биологических отходов, для очистки дымовых газов от вредных газообразных примесей, образующихся в результате сжигания топлива, без использования дорогостоящих и вредных реагентов, с использованием как физической теплоты дымовых газов, так и скрытой теплоты конденсации части содержащихся в них

водяных паров для повышения КПД установки.

Предложенное техническое решение снижает количество вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу, что улучшает его экологические характеристики в районе жилых массивов, повышая тем самым санитарно-гигиенический комфорт проживающих в них людей.

### Список литературы

1. Ежов В.С., Семичева Н.Е. Очистка городского воздуха от вредных выхлопов автотранспорта // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. – 2012. – № 2-2. – С. 165-169.
2. К методике оценки работоспособности железобетонных конструкций при нарушении сцепления арматуры с бетоном при коррозионных повреждениях / Е.Г. Пахомова, В.М. Кретьева, А.В. Гордеев, А.С. Маяков // Промышленное и гражданское строительство. – 2011. – №8. – С. 28-29.
3. Методические указания по расчету выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от мусоросжигательных и мусороперерабатывающих заводов. – М.: ОНТП АКХ, 1989 – 30 с.
4. Санитарная приставка для теплогенератора крышной котельной // Патент России № 246497. 2012. Бюл. № 29 / Ежов В.С., Сергеев Е.Ю., Кривдин А.Н., Сидоров А.В.
5. Ежов В.С., Семичева Н.Е. Использование низкопотенциальной тепловой энергии для электроснабжения зданий // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. – 2012. – № 2-2. – С. 56-62.
6. Теплогенерирующие установки / Г.Н. Делягин [и др.]. – М.: Стройиздат, 1986. – 439 с.

7. Богословский В.Н. Отопление и вентиляция. – Ч.П. – М.: Стройиздат, 1976. – 233 с.

8. Неницеску К. Общая химия. – М.: Высшая школа, 1958. – С. 417.

9. Позин М.Е. Технология минеральных удобрений. – Л.: Химия, 1983. – 227 с.

10. Биосферосовместимая система поквартирного отопления многоэтажного жилого здания / В.С. Ежов, Н.Е. Семичева, Е.А. Непочатых, Т.Н. Тутова // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. – 2012. – № 2-3. – С. 176-179.

Получено 20.11.16

**V. S. Ezhov**, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Southwest State University (Kursk) (e-mail: vl-ezhov@yandex.ru)

**A. S. Sidorov**, Engineer, ООО «AKAS» (e-mail: n-ord@mail.ru)

**N. E. Semicheva**, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Southwest State University (Kursk) (e-mail: nsemicheva@yandex.ru)

**E. V. Umerenkova**, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Southwest State University (Kursk) (e-mail: elinaelya@gmail.com)

**S. V. Pavlov**, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Southwest State University (Kursk) (e-mail: sv.sx@mail.ru)

## AN ENGINEERING SOLUTION TO CLEAN GASEOUS EFFLUENTS PRODUCED IN BIOLOGICAL WASTE RECYCLING

*Solid domestic waste disposal is a pending issue on the agenda of housing and communal services, hence there is always a need to develop new methods of collecting, decontamination and recycling of such waste type as it is a multicomponent mixture of different fractions.*

*The rate of nature pollution by solid industrial and domestic waste is increasing so far. Air pollution is not only hazardous for human health but also present a serious environmental threat.*

*In order to control air quality in the process of biological waste processing and recycling and to reduce negative environmental impact the authors have developed an innovative sanitary add-on device that can be used to furnish incinerators. The proposed way to improve environmental friendliness of existing biological waste processing plants can increase the cleaning efficiency of effluent gases and control the quality of atmospheric air. Its implementation can improve gas-cleaning system and its performance.*

*In order to assess the efficiency of the proposed sanitary add-on device the Department of Heat, Gas and Water Supply of Southwest State University built a pilot experimental unit and conducted research. Research results demonstrated that the developed unit used in the system of solid biological waste processing ensures up to 70 % rate of gaseous effluents (flue gases) cleaning.*

*Thus the proposed engineering solution is able to reduce the amount of pollutant substances released into atmospheric air and consequently to improve the environment in urban residential areas creating better climate and residential comfort.*

**Key words:** *engineering solution, domestic waste, atmospheric air quality, effluent gas cleaning.*

\*\*\*

## Reference

1. Ezhov V.S., Semicheva N.E. Oчистка городского воздуха от вредных выхлопов автотранспорта // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. – 2012. – № 2-2. – С. 165-169.

2. К методике оценки работоспособности железобетонных конструкций при нарушении сцепления арматуры с бетоном при коррозионных повреждениях / Е.Г. Пахомова, В.М. Кретова, А.В. Гордеев, А.С. Мажakov // Промышленное и гражданское строительство. – 2011. – №8. – С. 28-29.

3. Metodicheskie ukazaniya po raschetu vybrosov zagryzajushchih veshchestv v atmosferu ot musoroszhigatel'nyh i musoroprerabatyvajushchih zavodov. – M.: ONTP AKH, 1989 – 30 s.

4. Sanitarnaja pristavka dlja teplogeneratora kryshnoj kotel'noj // Patent Rossii № 246497. 2012. Bjul. № 29 / Ezhov V.S., Sergeev E.Ju., Krivdin A.N., Sido-rov A.V.

5. Ezhov V.S., Semicheva N.E. Ispol'zovanie nizkopotencial'noj teplovoj jenerгии dlja jelektrosnabzhenija zdaniy // Izvestija Jugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Serija: Tehnika i tehnologii. – 2012. – № 2-2. – S. 56-62.

6. Teplogenerirujushhie ustanovki / G.N. Deljagin [i dr.]. – M.: Strojizdat, 1986. – 439 s.

7. Bogoslovskij V.N. Otoplenie i ventiljacija. – Ch.II. – M.: Strojizdat, 1976. – 233 s.

8. Nenicesku K. Obshhaja himija. – M.: Vysshaja shkola, 1958. – S. 417.

9. Pozin M.E. Tehnologija mineral'nyh udobrenij. – L.: Himija, 1983. – 227 s.

10. Biosferosovmestimaja sistema pokvartirnogo otoplenija mnogojetazhnogo zhilogo zdaniya / V.S. Ezhov, N.E. Semicheva, E.A. Nepochatyh, T.N. Tutova // Izvestija Jugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Serija: Tehnika i tehnologii. – 2012. – № 2-3. – S. 176-179.

УДК 711.554

**А.Л. Поздняков**, канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» (Курск) (e-mail: dekanov@bk.ru)

**Е.В. Позднякова**, доцент, ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» (Курск) (e-mail: cat\_\_rin@mail.ru)

### **ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ И КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ТРЕБОВАНИЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

*Данная статья посвящена анализу различных тенденций развития проектных, объемно-планировочных, конструктивных и архитектурных решений в строительстве зданий промышленных предприятий. Рассматриваемые варианты решений соотносятся с современными экологическими требованиями. Оценка практики их применения основывается на принципе биопозитивности. Делается вывод об их соответствии и эффективности. Приводятся примеры применения тех или иных технологий и материалов. Кроме того, поднимается вопрос снижения материалоемкости конструкций и минимизации трудозатрат. Отдельным перспективным направлением выделено использование принципов архитектурно-строительной бионики при создании новых конструкционных материалов и форм. Возобновляемость природных ресурсов, используемых для получения строительных материалов, указана как наиболее важный критерий соблюдения экологических требований, т.к. большинство строительных материалов на сегодняшний день производятся из невозобновляемых источников сырья. Приводятся примеры, наглядно иллюстрирующие эту проблему. Снижение материалоемкости как одно из ключевых требований для повышения общей экологичности промзоны должно быть обеспечено в ходе применения решений на всех стадиях осуществления и подготовки строительства производственных зданий. Обоснованность выбора и применения того или иного материала или технологии является еще одним важнейшим фактором, влияющим на соблюдение экологических требований.*

**Ключевые слова:** архитектура промышленных зданий, экологическая безопасность, биопозитивные технологии, экологическая эффективность промышленного строительства.

\*\*\*

Объемно-планировочные решения зданий определяют выбор конструктивных схем и систем, разработку конструктивных решений отдельных элемен-

тов промышленных зданий и сооружений и тем самым определяют характер их воздействия на окружающую среду. Конструктивной схемой и системой опре-