

**Рациональні умови кристалізації воскоподібних речовин із соняшникової олії / Нетреба А. О., Гладкий Ф. Ф.** // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2014. - № 7 (1050). – С.130-136. – Бібліогр.: 13 назв. ISSN 2079-5459

Исследовано процес кристалізації воскоподібних речовин з підсонячного масла. Установлено раціональні умови проведення процесу і доведена можливість використання методу інтенсивного охолодження при извлечении воскоподібних речовин (вінтеризації). Показано можливість збільшення строків зберігання підсонячного масла при використанні волокнистих фільтруючих матеріалів.

**Ключевые слова:** підсонячне масло, воскоподібні речовини, кристалізація, волокнисті фільтруючі матеріали.

**Rational crystallization conditions waxes from sunflower oil/ Anna Netroba, Fedor Gladkiy** //Bulletin of NTU “KhPI”. Series: New decisions of modern technologies. – Kharkov: NTU “KhPI”, 2014.- № 7 (1050).- P.130-136. Bibliogr.:13 ISSN 2079-5459

Investigated the crystallization of wax-like substances from sunflower oil. Established rational process conditions and proved the possibility of using the method of intensive cooling when removing wax-like substances (winterization). Shown the possibility of increasing the shelf life of sunflower oil by using fibrous filter materials.

**Keywords:** sunflower oil, vegetable wax, crystallization, fibrous filtering material.

## УДК 628

**А. Ю. БАХАРЕВА**, канд. техн. наук, ст. препод., НТУ «ХПІ»;

**Е. А. СЕМЕНОВ**, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПІ»

## ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРЫ ГОРОДОВ ГАЗООБРАЗНЫМИ ВЫБРОСАМИ ИЗ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ СЕТЕЙ

Статья посвящена решению актуального задания – обеспечить экологическую безопасность окружающей природной среды с доведением концентраций серо- и азотсодержащих соединений в газообразных выбросах канализационных сетей путем конвертирования этих соединений в экологически безопасные соединения. Для доведения концентрации серо- и азотсодержащих соединений в газообразных выбросах из канализационных сетей до норм ПДК разработан биотехнологический метод.

**Ключевые слова:** газообразные выбросы, соединения, экологическая безопасность, биотехнологический метод, канализационные сети.

**Введение.** Атмосферный воздух, являющийся одной из самых важных жизнеобеспечивающих природных сред, представляет собой смесь газов и аэрозолей приземного слоя атмосферы, которая сложилась в ходе эволюции Земли, деятельности человека и находится за пределами жилых, производственных и иных помещений. Результаты экологических исследований свидетельствуют о том, что загрязнение приземной атмосферы – самый мощный, постоянно действующий фактор воздействия на человека, пищевую цепь и окружающую среду. Атмосферный воздух имеет неограниченную емкость и играет роль наиболее подвижного, химически агрессивного и всепроникающего агента взаимодействия вблизи поверхности компонентов биосферы, гидросферы и атмосферы [1, 2].

Атмосфера оказывает интенсивное воздействие не только на человека и биоту, но и на гидросферу, почвенно-растительный покров, геологическую среду, здания, сооружения и другие техногенные объекты. Поэтому охрана атмосферного воздуха является наиболее приоритетной проблемой экологии и ей уделяется пристальное внимание во всех развитых странах [1, 2, 3].

Загрязнение приземной атмосферы вызывает рак легких, горла и кожи, расстройства ЦНС, аллергические и респираторные заболевания, дефекты у новорожденных и многие другие болезни, список которых определяется присутствующими в воздухе загрязняющими веществами и их совместным воздействием на организм человека [2, 3].

На фоне общего достаточно тяжелого экологического положения Украины, результаты обследований последних лет выявляют опасную тенденцию к увеличению газообразных выбросов [4 – 6]. Особую остроту загрязнение атмосферного воздуха приобретает в городах с большим количеством промышленных предприятий [7]. Потенциально загрязнение воздуха является наиболее серьезной экологической проблемой для здоровья людей в ближайшей и среднесрочной перспективе. От загрязнения воздуха труднее уберечься, чем от загрязнения воды [8].

Оценка состояния химического загрязнения атмосферного воздуха в городах Украины осуществлялась по данным наблюдений, которые проводились в 53 городах на 162 стационарных постах и на двух станциях трансграничного мониторинга. В целом, в атмосферном воздухе определялось содержание 33 загрязняющих веществ, включая тяжелые металлы и бензапирен [9].

Из 53 городов Украины, в которых проводились наблюдения за состоянием атмосферного воздуха на стационарных постах, по валовым выбросам вредных веществ первое место занимает Кривой Рог, второе – Мариуполь, третье – Донецк [8]. Украинский город Ужгород не относится к городам с активно развитой промышленной структурой, тем не менее, в нем зафиксирован высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха [10].

Достаточно серьезным фактором загрязнения атмосферного воздуха больших городов являются канализационные сети, в газообразных выбросах которых присутствует достаточно широкий спектр дурнопахнущих, а главное, токсичных и высокотоксичных веществ, концентрации которых превышают, а зачастую, многократно превышают нормы ПДК.

В данной статье приведен обзор биотехнологических методов борьбы с экологически опасными концентрациями серо- и азотсодержащих веществ канализационных сетей различных стран, а также, приведены собственные лабораторные экспериментальные исследования биотехнологической детоксикации серо- и азотсодержащих веществ канализационных сетей (данные по г. Харькову), концентрации которых превышают нормы ПДК.

**Основная часть.** Газообразные выбросы из канализационных сетей содержат ряд экологически опасных серо- и азотсодержащих токсичных соединений 2-го и 3-го класса опасности, концентрации которых существенно превышают установленные нормы ПДК. К настоящему времени опубликованы результаты значительного числа как лабораторных исследований, так и промышленного использования процессов биологической очистки газообразных выбросов из канализационных сетей от серо- и азотсодержащих соединений [11 – 13].

Компанией «Инновационные технологии» совместно с Институтом биохимии им. Баха разработан производительный биофильтр с орошаемым слоем «Биореактор ТМ» [11]. Установки, созданные на основе этой разработки, успешно эксплуатируются в системе «Мосводоканал», а также за рубежом – в Англии и Корее. При времени контакта 4-7 с они могут обеспечивать высокую эффективность очистки: по сероводороду и меркаптанам – 99%, по аммиаку – 95% [14]. Годичные испытания установки такого типа на очистных сооружениях показали, что при средней концентрации загрязнения на входе 12 мг/м<sup>3</sup> и подаче 100 м<sup>3</sup>/ч, эффективность не опускалась ниже 90%, а, начиная с 38-й недели, составляла около 95%. На другой канализационной сети в аналогичных испытаниях

при времени контакта 1,85 с содержание сероводорода снижалось в среднем с 0,75 до 0,064 мг/л, то есть на 91,4% [15]. Сделан вывод об оптимальности применения разработанных установок для очистки выбросов на очистных сооружениях с большими расходами (до 50000 м<sup>3</sup>/ч и более) [11].

Во время пилотных испытаний на канализационных сооружениях в Великобритании получено 100 %-ное удаление H<sub>2</sub>S. При этом использовалось существующее оборудование для очистки газов [13].

В качестве путей интенсификации рассматривается преобразование скрубберов в биоструйные фильтры и разработка новых активных носителей (например, биоуглеродный электрод) [16, 17]. На основе результатов восьмимесячной эксплуатации показано, что при интенсивности поступления загрязненного воздуха 16000 м<sup>3</sup>/ч и времени контакта 1,6-2,2 с достигаемые объемы удаления сероводорода составили 105-110 г/м<sup>3</sup> ч, а концентрация вредного вещества на выходе поддерживалась на уровне значительно более низком, чем допустимые значения. Расчетный срок окупаемости преобразования традиционного скруббера в биохимическую установку составил 1,3 года.

Таким образом, выполненный значительный объем экспериментальных исследований свидетельствует о широких технологических возможностях биотехнологической детоксикации газообразных выбросов из канализационных сетей.

В собственном лабораторном эксперименте устанавливали кинетические характеристики биотехнологической детоксикации сероводорода, диоксида серы и аммиака. Для установления кинетических характеристик биотехнологической детоксикации H<sub>2</sub>S, SO<sub>2</sub> и NH<sub>3</sub> – удельной скорости окисления S<sup>2-</sup>, SO<sub>3</sub><sup>2-</sup> и NH<sub>4</sub><sup>+</sup> – в лабораторной установке проводили обработку воды (солевой состав среды Сориано и Уокера), содержащей какой-либо один из очищаемых газов.

Результаты экспериментов по определению кинетических характеристик биохимического окисления растворенных в воде H<sub>2</sub>S, SO<sub>2</sub> и NH<sub>3</sub> представлены на рис. 1 – 8 [18, 19].

Поскольку S<sup>2-</sup> и SO<sub>3</sub><sup>2-</sup> окисляют бактерии одной и той же эколого-трофической группы, то можно предположить, что H<sub>2</sub>S и SO<sub>2</sub> в водной среде могут конкурировать за оксидазы тиобацилл. Поэтому в специальном эксперименте обрабатывали воду, в которой эти два S-содержащих субстрата находились в равных концентрациях (рис. 7, 8).

Экспериментальные данные свидетельствуют о том, что биохимическое окисление позволяет очистить водную среду от H<sub>2</sub>S на 100% (рис. 1 – 2). В диапазоне концентраций H<sub>2</sub>S в воде 15-120 мг/дм<sup>3</sup> скорость окисления S-H<sub>2</sub>S изменялась от 12 мг/г·ч в области минимальных концентраций до максимальных значений равных примерно 40 мг/г·ч (рис. 1).

Близкие и аналогичные по характеру результаты получены и для скорости окисления S-SO<sub>2</sub> в воде (рис. 3, 4). Диоксид серы также активно окисляется тиобациллами, иммобилизованными на твердом носителе: через 4 ч обработки его концентрация падала до 0. Максимальная скорость окисления S-SO<sub>2</sub> при концентрации субстрата 60-180 мг/дм<sup>3</sup> составила ≈ 40 мг/г·ч.

Жизнедеятельность аммонийокисляющих бактерий, иммобилизованных на загрузке, удаляет NH<sub>4</sub><sup>+</sup> на 100%. В диапазоне концентраций N-NH<sub>3</sub> в воде 2,5-20 мг/дм<sup>3</sup> скорость окисления изменялась от примерно 1,5 мг/г·ч при минимальных концентрациях до максимального значения равного 5 мг/г·ч (рис. 5, 6).

Из сравнения данных рис. 1, 3 и 7 следует, что максимальная удельная скорость окисления S-содержащих субстратов, составляющая 80 мг/г·ч, практически вдвое превышает удельные скорости окисления H<sub>2</sub>S и SO<sub>2</sub>. Таким образом, можно утверждать, что окисление H<sub>2</sub>S и SO<sub>2</sub> осуществляют различные тиобациллы, не конкурирующие друг с

другом за серосодержащие субстраты. В противном случае удельная скорость окисления S-содержащих субстратов должна была бы составлять около 40 мг/г·ч.

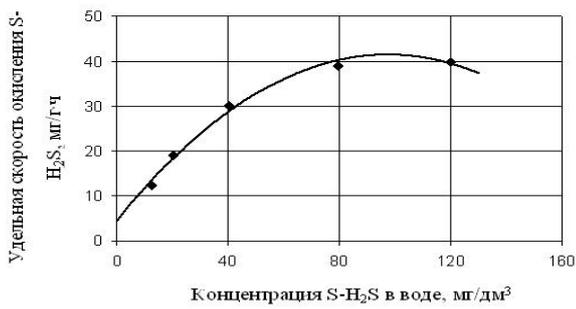


Рис. 1 – Влияние концентрации H<sub>2</sub>S в воде на скорость биосорбционного окисления

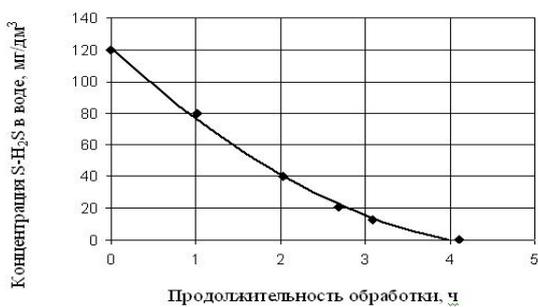


Рис. 2 – Влияние продолжительности обработки на концентрацию H<sub>2</sub>S в воде

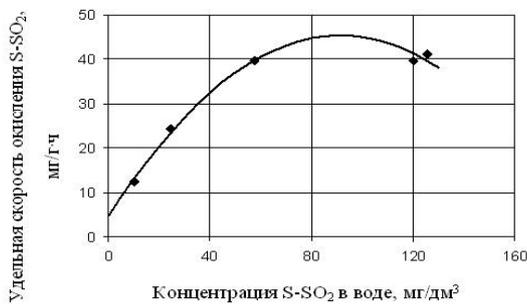


Рис. 3 – Влияние концентрации SO<sub>2</sub> в воде на скорость биосорбционного окисления



Рис. 4 – Влияние продолжительности обработки на концентрацию SO<sub>2</sub> в воде

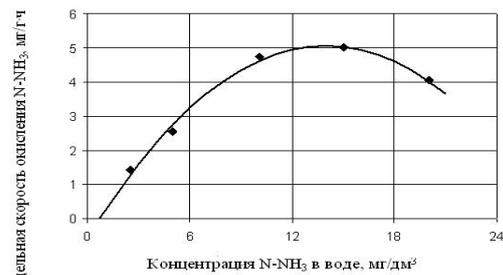


Рис. 5 – Влияние концентрации NH<sub>3</sub> в воде на скорость биосорбционного окисления



Рис. 6 – Влияние продолжительности обработки на концентрацию NH<sub>3</sub> в воде

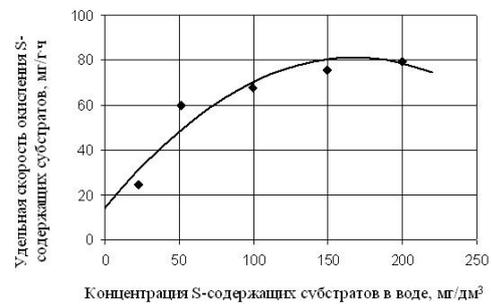


Рис. 7 – Влияние концентрации S-содержащих субстратов в воде на скорость биосорбционного окисления

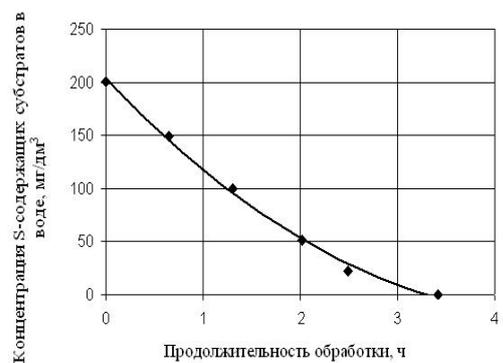


Рис. 8 – Влияние продолжительности обработки на концентрацию S-содержащих субстратов в воде

**Выводы.** Анализ результатов статистической обработки экспериментальных данных свидетельствует о том, что с высокой степенью точности (величины доверительных интервалов) и вероятности (коэффициенты детерминации и отношения наблюдаемого значения F-критерия к табличному) зависимости удельной скорости биохимического окисления в воде  $H_2S$ ,  $SO_2$  и  $NH_3$  от их концентрации существуют и имеют вид кривой с максимумом. Об этом же наглядно свидетельствует и внешний вид кривых (рис. 1, 3, 5).

Уменьшение концентрации исследованных вредных веществ в течение большей части процесса биохимической очистки близко к линейному (рис. 2, 4, 6). Заметная нелинейность проявляется только при минимальных концентрациях в конце процесса. Об этом свидетельствует и статистическая достоверность применения линейной зависимости для описания экспериментальных данных.

В целом, выполненный на лабораторной установке эксперимент, по полученному уровню скоростей окисления, показывает технологическую применимость биореактора для очистки от  $H_2S$ ,  $SO_2$  и  $NH_3$  в сетях водоотведения.

**Список литературы:** 1. Батлук, В. А. Основи екології: підруч [Текст] / В. А. Батлук – К.: Знання, 2007. – 519 с. 2. Мельник, Л. Г. Основи екології. Екологічна економіка та управління природокористуванням: підруч. [Текст] / Л. Г. Мельник, М. К. Шапочка – Суми: ВТД «Університетська книга», 2007. – 759с. 3. Бойчук, Ю. Д. Екологія і охорона навколишнього середовища [Текст] / Ю. Д. Бойчук, Е. М. Солошенко, О. В. Бугай – Навчальний посібник. – К.: Палітурка, 2007. – 304с. 4. Стольберг, Ф. В. Экология города [Текст] / Ф. В. Стольберг – К.: Либра, 2000. – 464 с. 5. Косовец, А. А. Некоторые вопросы состояния загрязнения атмосферного воздуха на территории Украины [Текст] / А. А. Косовец, И. А. Колесник // Экология и промышленность. – Харьков: Энергосталь. – 2008. – № 1(14). – С. 19-23. 6. Яковлев, С. О. Эколого-ресурсні фактори сучасного природокористування та їх зв'язок із національною безпекою України [Текст] / С. О. Яковлев, Л. М. Якушенко // Экология и промышленность. – Харьков: Энергосталь. – 2009. – № 3(20). – С. 9-12. 7. Шкуро, В. В. Эколого-гігієнічні проблеми сучасного урбанізованого міського середовища [Текст] / В. В. Шкуро // Тезисы докладов XIII (ежегодной) Международной научно-технической конференции «Экология и здоровье человека. Охрана водного и воздушного бассейнов. Утилизация отходов», 13-17 июня 2005г., Алушта. – Харьков: УГНИИ «УкрВОДГЕО», 2005. – С. 289-294. 8. Агеева, Ю. В. Оценка фотохимического смога на загрязнение атмосферного воздуха г. Донецка формальдегидом: Магистерская выпускная работа: спец. «Управление экологической безопасностью» [Текст] / Ю. В. Агеева. – Донецьк: ДонНТУ, 2007. – 127 с. 9. Зеркалов, Д. В. Екологічна безпека: управління, моніторинг, контроль [Текст] / Д. В. Зеркалов – Навчальний посібник. – К.: КНТ, Дакор, Основа, 2007. – 412 с. 10. Довідка про стан забруднення атмосферного повітря по місту Ужгороду за 2006 рік [Текст] // 30 ГМЦ. – Ужгород, 2007. (10) 11. Храменков, С. В. Методы предотвращения распространения неприятных запахов от сооружений канализации [Текст] / С. В. Храменков, А. Н. Пахомов, Д. А. Данилович, М. Н. Козлов, А. Г. Дорофеев, А. Р. Агевнин // Водоснабжение и санитарная техника. – М.: ООО «Изд-во ВСТ». – 2006. – № 11. – С. 40-47. 12. Денисов, А. А. Очистка выбросных газов от соединений серы (обзор) [Текст] / А. А. Денисов // Энерготехнологии и ресурсосбережение. – К.: Институт газа НАН Украины. – 2009. – № 3. – С. 55-60.(12) 13. Barbosa, V. L. Hydrogen sulphide removal by activated sludge diffusion [Текст] / V. L. Barbosa, D. Dufol, J. L. Callan, R. Sneath, R. M. Stuetz // Water Science and Technology. – Portland: IWAPublishing. – 2004. – № 4. – P. 199-205. 14. Жуков, В. Г. Микробиологические методы очистки промышленных вентиляционных выбросов от летучих примесей. Возможности и перспективы практического использования технологии «Биореактор» для борьбы с индустриальными загрязнениями атмосферы [Текст] / В. Г. Жуков, В. О. Попов, В. Г. Хоменков // Наука Москвы и регионов. – М.: Минпромнауки РФ и Московский комитет по науке и технологии. – 2003. – № 3. – С. 61-68. 15. Пахомов, А. М. Исследование применения газовых биофильтров для удаления дурнопахнущих веществ на очистных сооружениях Курьяновской станции аэрации [Текст] / А. М. Пахомов, В. О. Попов, Д. А. Данилович // Тезисы докладов VI международного конгресса «ЭКВАТЭК – 2004», 1-4 июня 2004г., Москва. – М.: ЗАО «Фирма Сибико Интернейшл», 2004. – С. 73-81. 16. Jan, R. Bath experiment on  $H_2S$  degradation by bacteria immobilised on activated carbons [Текст] / R. Jan, V. L. Ng, X. G. Chen, A. L. Geng, W. D. Gouhd, H. Q. Duan, D. T. Ling, L. C. Koe // Water Science and Technology. – Portland: IWAPublishing. –

2004. – № 4. – P. 299-308.17. *Gabrieland, D.* Technical and economical analysis of the conversion of a full-scale scrubber to a biotrickling filter for odour control [Текст] / *D. Gabrieland, M. A. Deshusses* // *Water Science and Technology*. – Portland: IWA Publishing. – 2004. – № 4. – P. 309-318. 18. *Бахарева, А. Ю.* Использование биотехнологического метода для очистки промышленных газообразных выбросов от H<sub>2</sub>S, NH<sub>3</sub> и SO<sub>2</sub> [Текст] / *А. Ю. Бахарева, В. А. Юрченко* // *Східно-Європейський журнал передових технологій*. – 2005. – № 5/1(17). – С. 95-99 19. *Бахарева, Г. Ю.* Біотехнологічна очистка газоподібних викидів від H<sub>2</sub>S, SO<sub>2</sub> та NH<sub>3</sub> [Текст] / *Г. Ю. Бахарева, В. О. Юрченко* // *Тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції «Розвиток наукових досліджень», 7-9 листопада 2005р., Полтава*. – Полтава: «ІнтерГрафіка», 2005. – С. 81-84.

*Поступила в редколлегию 10.01.2014*

УДК 628

**Загрязнение атмосферы городов газообразными выбросами из канализационных сетей/ Бахарева А. Ю., Семенов Е.А.** // *Вісник НТУ «ХПІ»*. Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2014. - № 7 (1050). – С.136-141. – Бібліогр.:19 назв. ISSN 2079-5459

Статтю присвячено вирішенню актуального завдання – забезпечити екологічну безпеку навколишнього природного середовища з доведенням концентрацій сірко- та азотвмісних сполук у газоподібних викидах каналізаційних мереж шляхом конвертації їх у екологічно безпечні сполуки. Для доведення концентрації сірко- та азотвмісних сполук у газоподібних викидах з каналізаційних мереж до норм ГДК розроблено біотехнологічний метод.

**Ключові слова:** газоподібні викиди, сполуки, екологічна безпека, біотехнологічний метод, каналізаційні мережі.

**Pollution of city atmosphere with gasiform throw outs from sewerage networks/ A. Yu. Bahareva, E. A. Semenov** // *Bulletin of NTU “KhPI”*. Series: New desicions of modern technologies. – Kharkov: NTU “KhPI”, 2014.-№ 7 (1050).- P.136-141. Bibliogr.:19. ISSN 2079-5459

The article is devoted to solution of topical ecological problem of ensuring of the environmental state with optimization of H<sub>2</sub>S, SO<sub>2</sub> and NH<sub>3</sub> concentrations in gasiform throw outs from sewerage networks to bixed MAD by means of its transformation in ecological safety compounds. The methods for bioenvironmental safe of city atmosphere in gasiform throw outs region, containing H<sub>2</sub>S, SO<sub>2</sub> and NH<sub>3</sub> have been developed. The effective biotechnology of gasiform throw outs treatment out of sewerage networks has been proposed.

**Keywords:** gasiform throw outs, environmental, ecological safety, biotechnological detoxication, sewerage networks.

УДК 666.768

**Ю. В. ХАРЫБИНА**, аспирант, НТУ «ХПІ»;

**Я. Н. ПИТАК**, д-р техн. наук, проф., НТУ «ХПІ»;

**О. Я. ПИТАК**, ассистент, НТУ «ХПІ»

## **БЕЗОБЖИГОВЫЕ МУЛЛИТОКОРУНДОВЫЕ ОГНЕУПОРЫ НА ФОСФАТНЫХ СВЯЗКАХ**

Рассмотрены вопросы разработки безобжиговых огнеупоров на фосфатных связках для стекловаренных печей. Показаны перспективы расширения разработки безобжиговых муллитокорундовых огнеупоров для получения конкурентоспособных огнеупорных материалов. Обобщение литературных данных позволило установить, что перспективной для получения огнеупорных материалов с повышенными эксплуатационными свойствами являются композиции на основе системы Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - SiO<sub>2</sub> - CaO - P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

**Ключевые слова:** безобжиговые огнеупоры, фосфатные связки, стекловаренная печь

**Введение.** На сегодняшний день главным и общим направлением научно-технического прогресса в химической, металлургической, машиностроительной отраслях промышленности является разработка и внедрение новых видов конкурентоспособных

© Ю. В. ХАРЫБИНА, Я. Н. ПИТАК, О. Я. ПИТАК, 2014