

5. Определение показателей проекта с помощью аналогичных проектов или прямым расчетом, технико-экономическое обоснование проекта.

Далее следует проводить оценку внутренних и внешних рынков металлов, оценку коммерческих и финансовых рисков. Затем должны рассчитываться основные показатели проекта (интегральный экономический эффект, NPV и др.).

Увязка результатов проекта с перспективами социально-экономического развития региона предполагает также оценку общеэкономического эффекта на региональном уровне как суммы экономического, социального и экологического эффектов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Арбузов, С.И. Редкие элементы в углях Кузнецкого бассейна / С.И. Арбузов, В.В. Ершов, А.А. Поцелуев и др. — Кемерово, 1999. — 248 с.

2. Скурский, М.Д. Недра Земли / М.Д. Скурский. — Кемерово: Кузбассвуиздат, 2006. — 880 с.

3. Новиков, Н.И. Некоторые аспекты экономической оценки техногенных месторождений как перспективного сырья для металлургической промышленности / Н.И. Новиков, В.А. Салихов // Вестник Томского государственного университета. Экономика. — Томск, 2016. — № 1 (33) — С. 38 — 54.

4. Салихов, В.А. Экономическая оценка и комплексное использование попутных полезных компонентов углей и золошлаковых отходов углей (на примере Кемеровской области) / В.А. Салихов. — Новосибирск, Наука СО РАН, 2013. — 224 с.

5. Краснов, О.С. Экономическая оценка попутных полезных компонентов угольных месторождений / О.С. Краснов, В.А. Салихов // Записки Горного института. Проблемы развития минерально-сырьевого и топливно-энергетического комплексов России. — СПб, 2013. — Т. 201. — С. 196 — 200.

© Краснов О.С., Салихов В.А., 2016

Краснов Олег Сергеевич // okrasnov@vsnigri.ru  
Салихов Валерий Альбертович // salihov-va@ya.ru

## ОХРАНА НЕДР И ЭКОЛОГИЯ

УДК 504.05/.06

Подлесных А.И., Лаврусевич И.А. (ФГБОУ ВПО «МГСУ»)

### ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЦЕМЕНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА

*Приведены различные аспекты влияния цементного производства на окружающую среду. Подробно рассмотрены геоэкологические проблемы, возникающие на разных стадиях производства. Представлены данные по источникам и характеру загрязнений, а также мерам, принимаемым для их сокращения. Обоснована необходимость системного подхода к экологизации цементного производства, результатом которой должно стать производство, не нарушающее геоэкологического баланса и гармонично вписывающееся в природные условия. **Ключевые слова:** техногенез, геоэкологические проблемы, стадии производства цемента, загрязнение окружающей среды, экологизация производства.*

Podlesnykh A.I., Lavrusevich I.A. (MGSU)

GEOECOLOGICAL PROBLEMS OF CEMENT PRODUCTION

*The different aspects of the impact of cement production on the environment was list. There are details considered geo-ecological problems in different stages of production. The information on the sources and nature of contamination, as well as measures taken to reduce them. The necessity of a systematic approach to greening cement production, the result of which should be the production without disturbing the balance of geo-environmental and blends harmoniously with the natural environment. **Key words:** techno genesis, geo-ecological problems, stages of cement production, pollution, greening production.*

Сегодня на наших глазах биосфера деградирует, ее организованность (структура) разрушается. Человечество в биосфере напоминает Гулливера, оказавшегося в хрустальной лавке лилипутов, когда одно неверное движение может привести к краху очень хрупкого рав-

новесия [8]. Действительно, техногенез привел человечество к тому, что в конце XX и начале XXI вв. опасность гибели всего живого на Земле стала очевидной для значительной части населения [5].

Издравле человечество использовало цемент как один из основных строительных материалов. Именно повсеместное применение цемента активизировало процессы техногенеза. Цементная промышленность имеет существенное значение для экономического развития нашей страны, поскольку производит основной вид строительных материалов для жилищного и промышленного комплексов, а также строительства объектов инфраструктуры [4]. Технологический процесс производства цемента связан с многостадийной механической и высокотемпературной переработкой сырья и характеризуется высоким потреблением топливных и минеральных ресурсов [3] и, кроме того, сопровождается образованием существенного количества загрязняющих веществ и эмиссий в атмосферу.

В соответствии со стадиями промышленного производства цемента (рис. 1) возникает ряд существенных геоэкологических проблем.

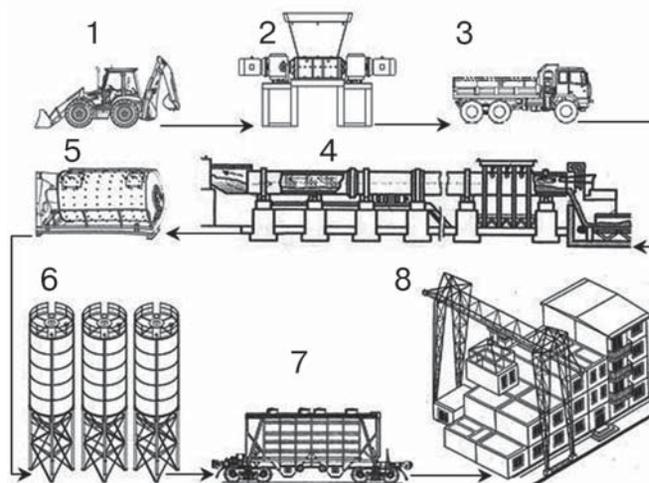
1. Стадия добычи, транспортировки и подготовки сырья сопряжена с образованием значительного количества пыли и сопровождается высоким уровнем шума и вибрации. Сырье для производства цемента представляет собой смесь минералов, включающую оксид кальция (CaO), оксид кремния (SiO<sub>2</sub>), оксид алюминия (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) и оксид железа (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) [10]. Основными видами сырья, применяемого для производства цементного клинкера, являются известковые, мергелистые и глинистые породы, добываемые в карьерах. Выбор способа добычи зависит от геоморфологических условий местности и физико-химических свойств извлекаемого сырья. При добыче известняков и мергелей нередко прибегают к взрывным методам для разрыхления породы. После взрыва материал может содержать негабарит-

ные обломки, неудобные для захвата экскаватором, которые измельчают с использованием накладных зарядов или точечных шпуров [6]. Применяемые при добыче взрывные методы нарушают естественную структуру породы, провоцируя образование сквозных трещин, обуславливающих перераспределение напряженности внутри массива и его деформацию. Движение горячих взрывных газов вызывает повторное переизмельчение грунтов и образование мелкодисперсной пыли. Помимо этого, карьерный метод добычи также чреват разрушением растительного покрова, эрозией почв, накоплением неплодородного минерального грунта в отвалах и т.д. С целью снижения разрушительного воздействия при разработке некоторых месторождений в России, как и за рубежом, применяются специальные механические рыхлители, устанавливаемые на мощных тракторных тягачах. С геоэкологической точки зрения этот метод является более щадящим, однако применение тягачей сопряжено с расходом горючего и выбросами сажи за счет неполного сгорания топлива. Добыча мягких пород, таких как мел и глина, осуществляется с помощью роторных экскаваторов, которые параллельно с добычей осуществляют также и погрузку сырья.

2. По мере возможности первичное дробление сырья производят непосредственно при карьере. Вибрационное воздействие, связанное с работой дробильно-помольного оборудования, вызывает различные деформации породы, приводя, в том числе, к смещению и уплотнению водоносных горизонтов и, тем самым, кардинально меняя режим подземных вод [1]. Искусственное обводнение породы и масштабное извлечение сырьевых материалов провоцируют развитие суффозионных процессов, опасных оседанием грунтов, образованием провалов, воронок и оползней. Погрузка скальных пород осуществляется при помощи экскаваторов [6].

3. После этого сырье перевозят на цементный завод для хранения и последующей обработки. Выбор способа транспортировки сырья зависит от свойств породы, способа добычи, рельефа местности и дальности перевозки. Наиболее экономичным и экологичным способом являются ленточные конвейеры, но их применение ограничивается расстоянием (не более 6 км от места загрузки до завода). В случае если расстояние перевозки менее 10 км предпочтение отдают автомобильному транспорту, несмотря на связанные с ним высокие эксплуатационные расходы. При ровном рельефе и дальних расстояниях наиболее удобен железнодорожный транспорт. На сильно пересеченной местности применяют воздушно-канатные дороги. Оба этих способа требуют значительных капиталовложений для прокладки дороги — рельс или подвесных сооружений соответственно. Гидротранспорт используют для доставки мягких сырьевых материалов — мела и глины, предварительно приготовив шлам в болтушках или мельницах самоизмельчения, таких как «Гидрофол» и др.

Себестоимость добываемого сырьевого материала складывается из нескольких факторов. Однако около 60 % общей стоимости сырья составляют расходы на транспортировку [6]. Другие сырьевые материалы, такие как песок, бокситы, железная руда, доменный шлак



**Рис. 1. Технологическая схема цементного производства:** 1 – добыча сырьевого материала в карьере; 2 – первичная обработка сырья; 3 – доставка сырьевого материала на завод; 4 – спекание сырьевой шихты до получения клинкера; 5 – помол клинкера с добавками для получения цемента; 6 – хранение готового цемента в клинкерах; 7 – тарирование и транспортировка к потребителю; 8 – применение цемента для изготовления бетона, железобетона, асбоцементных изделий и др.

или материалы, полученные в результате рециклинга, доставляются на завод извне. На производство 1 т цементного клинкера необходимо порядка 1,6–1,8 т сырья [12]. Далее сырьевые материалы в необходимых пропорциях измельчаются и смешиваются до состояния однородной смеси, удовлетворяющей жестким требованиям относительно фракционного и химического состава помола. Для дробления твердых и вязких пород используют ударно-отражательные дробилки. На цементных заводах, работающих по сухому способу, установлены мельницы самоизмельчения типа «Аэрофол», совмещающие две стадии процесса — дробление и помол. Помимо вышеописанных, на сегодняшний день существует многообразие мельниц для сухого и мокрого помола сырья — шаровые, трубные, маятниковые, струйные и др. С целью борьбы с пылением, неизбежно возникающим в результате их работы, за цементными мельницами устанавливают различные фильтрационные установки. Кроме того, в дробильных отделениях применяют методы увлажнения сырья водным раствором поверхностно активных веществ, которые позволяют увеличить смачиваемость измельченного материала водой.

4. Однако основные проблемы, связанные с загрязнением окружающей среды, приходится на стадию производства цементного клинкера. Эта стадия самая важная и самая энергозатратная в технологии цементного производства. Кроме этого, она сопровождается существенными выбросами в атмосферу. На стадии спекания смесь сырьевых материалов нагревают до 1450 °С, в результате чего и образуется клинкер. Сложный минералогический состав и микрокристаллическая структура клинкера коренным образом отличается от минералогического состава исходных сырьевых материалов, что обуславливает приобретение им совершенно иных специфических свойств [9].

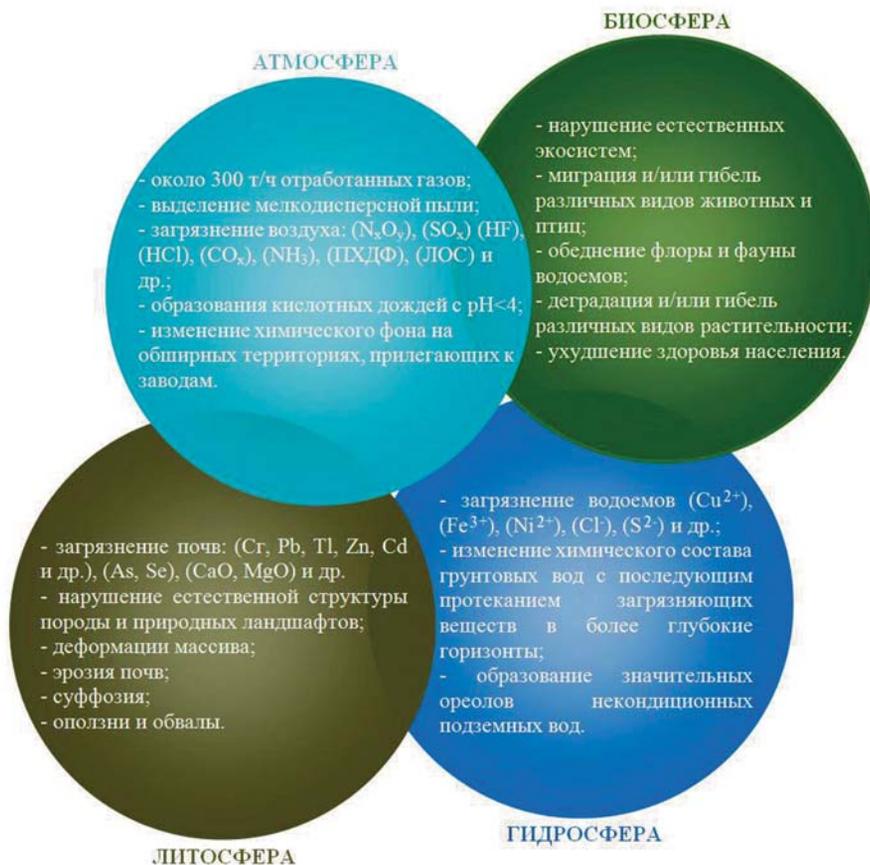


Рис. 2. Основные геоэкологические проблемы цементного производства

Согласно существующей классификации, в зависимости от особенности приготовления сырьевых смесей, принято выделять четыре способа производства порландцемента: мокрый, сухой, полусухой и комбинированный. Сравнение уровней потребления сырьевых и энергетических ресурсов, а также количества газопылевых выбросов для каждого из методов отражено на рис. 3 и 4.

У каждого способа есть как достоинства, так и недостатки. Основным недостатком мокрого способа является то, что порядка 50 % энергии расходуется на предварительную просушку сырья [2]. В связи с высокими непроизводительными затратами топлива, доходящими до 70 %, при работе по мокрому способу цементная промышленность во всем мире стремится переоснастить производственные линии на сухой способ, отличающийся более высокой производительностью при меньших энергозатратах. Однако если учитывать достаточно высокую естественную влажность исходных материалов сырьевой шихты, то кажется гораздо более целесообразным переход на комбинированный способ производства, при котором более половины содержащейся в шламе воды удаляется за счет быстрого испарения при помощи, к примеру, СВЧ-технологии воздействия на материал. Применение подобных современных технологий позволит снизить энергозатраты на удаление воды в 7–10 раз, а объем финансирования, необходимого для технологического переоснащения производственной линии, по сравнению с переходом на сухой способ в 5–8 раз [9]. Это позволяет утверждать,

что для того, чтобы вывести промышленное производство на высокий эколого-экономический уровень необходимо продолжать разработку и внедрение современных технологий.

Для успешного протекания реакций клинкерообразования фактическая потребность в тепловой энергии составляет примерно 3 500–5 000 МДж/т клинкера в зависимости от типа топлива, способа производства, а также типа и размеров обжиговых печей [12]. Согласно источникам, в среднем при работе вращающейся печи производительностью 72 т/ч в атмосферу через дымовую трубу ежедневно выбрасывается около 300 т отработанных газов [2, 7]. Следовательно, снижение удельного расхода топлива и природных сырьевых материалов является важной эколого-экономической задачей, которая в значительной степени может быть решена путем оптимизации и интенсификации технологических процессов [9]. Применение комбинированных сверхвысокочастотных (СВЧ) технологий позволяет достичь необходимых

температур фактически сразу и, тем самым, сократить время воздействия на сырье, а соответственно потребление топлива и количество выбросов в атмосферу.

В результате физических и химических реакций сырья и топлива помимо образования клинкера также образуется и ряд побочных продуктов. Основными составляющими выбросов цементного производства являются оксиды азота ( $N_xO_y$ ), углерода ( $CO_x$ ) и серы ( $SO_x$ ), которые образуются в результате соединения избыточного кислорода ( $O_2$ ) воздуха с компонентами сырьевого материала в процессе горения, который является неотъемлемой частью производственного цикла. Таким образом, при производстве 1 т клинкера выбросы  $CO_2$  составляют около 1,12 т. При средней производительности цементного завода 1 млн. т/г выбросы  $CO_2$  могут достигать 1,12 млн. т/г [12].

Отходящие газы также содержат в себе небольшой объем загрязняющих воздух веществ, таких как фтороводород (HF), хлороводород (HCl), аммиак ( $NH_3$ ), металлы и их соединения, полихлорированные дибензодиоксины, полихлорированные дибензофураны, летучие органические соединения, а также пыль [12]. Пыль, выделяющаяся почти на всех этапах производства, всегда была наиболее острой экологической проблемой этой отрасли промышленности.

Кроме того, в результате технологического процесса клинкерообразования и иных производственных процессов, а также хозяйственно-бытовых нужд предприятия образуется значительное количество загрязненных сточных вод. Сточные воды цементного производ-

ства могут содержать в различном соотношении: оксиды кальция ( $\text{CaO}$ ), железа ( $\text{Fe}_x\text{O}_y$ ), алюминия ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), кремния ( $\text{SiO}_2$ ) и других минералов из числа сырья, используемого в производстве; ионы меди ( $\text{Cu}^{2+}$ ), железа ( $\text{Fe}^{3+}$ ), никеля ( $\text{Ni}^{2+}$ ), хлориды ( $\text{Cl}^-$ ) и сульфаты ( $\text{S}^{2-}$ ), а также различные нефтепродукты и др. [12]. Сброс неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод цементного завода в водоемы может привести к их значительному загрязнению.

Выбросы больших количеств сернистых соединений ( $\text{SO}_x$ ), оксидов углерода ( $\text{CO}_x$ ) и азота ( $\text{N}_x\text{O}_y$ ) часто яв-

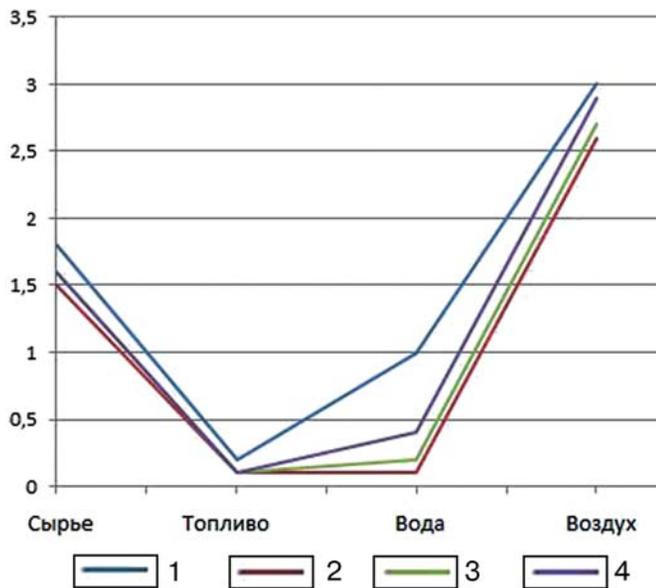


Рис. 3. Потребление ресурсов при производстве цементного клинкера различными способами: 1 — мокрый; 2 — сухой; 3 — полусухой; 4 — комбинированный

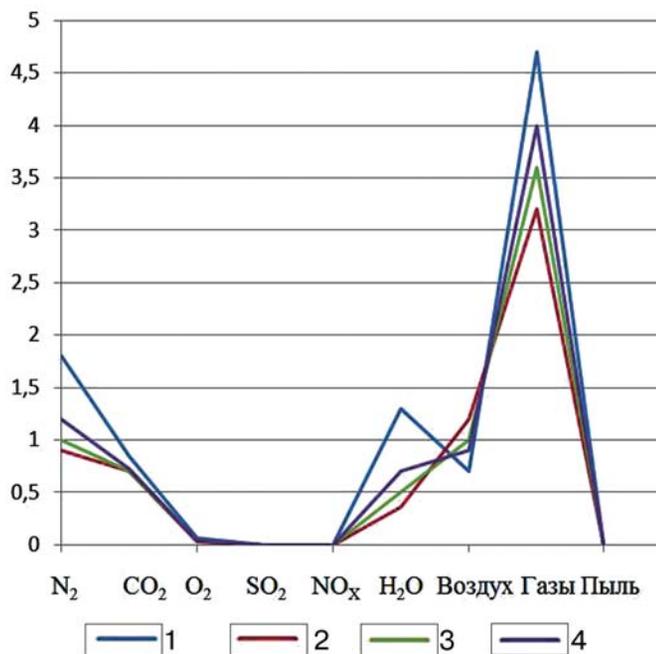


Рис. 4. Газопылевые выбросы при производстве цементного клинкера различными способами. Усл. обозначения см. на рис. 3

ляются причиной образования кислотных дождей с  $\text{pH} < 4$  [14]. Выпадение кислотных осадков приводит к поражению растительности на обширных территориях, прилегающих к предприятию, и наносит вред плодородному слою почвы. Кислотные дожди повышают уровень кислотности рек, озер и иных водохранилищ, в результате чего постепенно гибнет их естественная флора и фауна, происходит заболачивание и засорение, нарушается вся экосистема. Кроме того, за счет проникновения глубоко в породу они могут существенно менять химический состав подземных вод.

Еще один аспект, который необходимо учитывать — это наличие в отходах цементного производства вредных примесей — главным образом таких, как: тяжелые металлы ( $\text{Cr}$ ,  $\text{Pb}$ ,  $\text{Tl}$ ,  $\text{Zn}$ ,  $\text{Cd}$  и др.), тяжелые металлоиды ( $\text{As}$ ,  $\text{Se}$ ), оксиды щелочных и щелочноземельных металлов ( $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ) и др. [12]. Большинство из них, попадая в почву, сорбируются в зоне аэрации и не сразу попадают в подземные воды. Однако сорбционная емкость пород ограничена, и в условиях ее наполнения или существенного изменения уровня  $\text{pH}$  в зоне аэрации может произойти повсеместное загрязнение грунтовых вод с последующим протеканием загрязняющих веществ в более глубокие горизонты. Таким образом, загрязненные сточные воды цементного производства нарушают физико-химическое равновесие как в гидросфере, так и в литосфере.

5. Следующей за стадией производства клинкера идет стадия смешивания и измельчения клинкера до нормативной консистенции. На этой стадии наибольшие геоэкологические проблемы связаны с высоким уровнем вибрации и выделением мелкодисперсной пыли. Для получения портландцемента необходимо измельчить полученный цементный клинкер и сульфаты. В композитном цементе присутствуют также и различные другие элементы, такие как гранулированный доменный шлак, пуццоланы, известняк или инертные наполнители. Некоторые из этих добавок могут быть измельчены вместе с клинкером, другие — нуждаются в отдельной досушке и измельчении.

Процесс пересыпки и помола цементной смеси неизбежно сопровождается образованием большого количества пыли, поэтому в производственных помещениях осуществляют забор загрязненного воздуха для последующей очистки, с целью повышения качества которой часто используют двух и более стадийную очистку.

Для снижения уровня производственного шума помольные цеха проектируют в виде отдельных закрытых зданий. Для повышения уровня звукоизоляции стен используют плиты с объемной массой порядка  $200\text{--}400 \text{ кг/м}^3$  [6].

6–7. На завершающей стадии готовый цемент упаковывается для дальнейшего хранения и доставки по назначению. Основная нагрузка на окружающую среду на этой стадии связана с расходом топлива для транспортировки, а также пылением при перемещении цементной смеси. Готовый цемент из мельницы или сепаратора подают механическим или пневматическим способом в цементные силосы, которые могут быть различны по форме и размеру, но их существенной характеристи-

**Таблица 1**  
**Распределение областей геоэкологического воздействия**  
**в соответствии со стадиями цементного производства**

Стадия производства/ Область воздействия	Гидро- сфера	Лито- сфера	Био- сфера	Атмо- сфера
Добыча сырьевого материала в карьерах	+	+	+	+
Первичная обработка сырья	+	+	+	+
Доставка сырьевого материала на завод	–	–	+	+
Спекание шихты до образования клинкера	+	–	+	+
Смешение и помол компонентов цемента	+	+	+	+
Хранение готового цемента	–	–	–	–
Тарирование и транспортировка к потребителю	–	–	+	+
Применение строительных материалов на основе цемента	+	+	+	+

**Таблица 2**  
**Распределение областей геоэкологического воздействия**  
**в соответствии с формой загрязнителя, возникающего в**  
**процессе цементного производства**

Форма загрязнителя/ Область воздействия	Гидро- сфера	Лито- сфера	Био- сфера	Атмо- сфера
Пылегазовые выбросы	+	–	+	+
Твердые отходы	+	+	+	–
Жидкие отходы и сточные воды	+	+	+	–
Шум и вибрация	+	+	+	–

кой является герметичность. Различные виды цемента хранятся отдельно в отдельных бункерах или силосах склада. Из силосов цемент грузят сразу в специально оборудованный транспорт — цементовозы, контейнеры автомобильного, железнодорожного или водного транспорта со специальными разгрузочными устройствами или же перевозят на фасовочные станции. С целью уменьшения пыления сокращают число перевалок на транспортных коммуникациях, применяют герметичное транспортное оборудование или снабжают плотными кожухами открытое. Отгрузка цемента чаще всего производится в мешках из натроноцеллюлозной бумаги (крафт-бумаги), непромокаемой и выдерживающей температуру до 150 °С или навалом [6]. При недостаточной герметизации хранилищ готовой продукции и твердых отходов ветровой разнос загрязняющих веществ приводит к их попаданию вместе с атмосферными осадками в грунтовые воды. А непосредственное выщелачивание в местах скопления вызывает образование под хранилищами значительных ореолов некондиционных подземных вод. За счет применения современных технологий хранения и транспортировки уровень пыления при погрузке-разгрузке и перевозке цемента удалось снизить.

8. Цемент служит основой для создания широкого спектра строительных материалов, таких как бетон, железобетон, асбестоцемент и др. Повсеместное применение материалов на основе цемента при строительстве промышленных и жилых зданий, гидротехнических и транспортных объектов также оказывает самое разнообразное влияние на все составляющие геосферы (табл. 1, 2).

Из вышесказанного следует, что геоэкологическое воздействие цементной промышленности охватывает всю технологическую цепочку — от добычи сырья и первичной обработки через производственные процессы по обжигу и помолу до транспортировки, использования конечного продукта и размещения отходов производства. Вредные выбросы предприятий цементной промышленности изменяют геохимический фон на обширных территориях, прилегающих к заводам [13] и оказывают пагубное влияние на все геосферы Земли — атмосферу, гидросферу, литосферу и биосферу (рис. 2).

На сегодняшний день борьба с неблагоприятными геоэкологическими последствиями промышленного производства направлена, прежде всего, на устранение загрязнений. Необходим системный подход к экологизации цементного производства, включающий целенаправленное и последовательное внедрение технологических, управленческих и других решений, позволяющих повышать эффективность использования природных ресурсов и условий наряду с улучшением или хотя бы сохранением качества окружающей среды на локальном, региональном и глобальном уровнях [11].

Системная оценка влияния цементного производства на геосферу (табл. 1, 2) позволит находить оптимальные пути для экологизации. Экологизация производства должна включать ряд мер, направленных как на снижение природоемкости производственных процессов за счет создания технологически более совершенного, высокоэффективного и чистого производства, так и мероприятия по предотвращению отрицательного воздействия производственных процессов на природную среду. Результатом экологизации должно стать производство, не нарушающее геоэкологического баланса и гармонично вписывающееся в природные условия.

Таким образом, системный анализ всей совокупности геоэкологических проблем, связанных с цементной промышленностью, является необходимым этапом для их решения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гусев, В.Н. Определение параметров зоны водопроводящих трещин через горизонтальные деформации подрабатываемой толщи / В.Н. Гусев // Записки Горного института — 2013. — Т. 204. — С. 69–73.
2. Классен, В.К. Обжиг цементного клинкера / В.К. Классен. — Красноярск: Стройиздат, 1994. — 323 с.
3. Классен, В.К. Энерго-ресурсосбережение в производстве цемента / В.К. Классен // Современные наукоемкие технологии. — 2004. — № 1 — С. 58–59.
4. Кондратьев, В.Б. Мировая цементная промышленность / В.Б. Кондратьев // Сетевое издание Центра исследований и аналитики Фонда исторической перспективы. URL: [http://www.perspektivy.info/book/mirovaja\\_cementnaja\\_promyshlennost\\_2012-06-06.htm](http://www.perspektivy.info/book/mirovaja_cementnaja_promyshlennost_2012-06-06.htm). (дата обращения: 03.02.15).
5. Лаврусевич, А.А. Человек и техногенез / А.А. Лаврусевич, О.К. Вдовина, И.А. Лаврусевич // Геоэкологические проблемы современности: VI междунар. науч. конф. — Владимир, 2014. — С. 18–22.

6. Микульский, В.Г. и др. Строительные материалы. Учеб. издание в 2-х частях. Ч. 2. / В.Г. Микульский. — М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2004. — 536 с.
7. Минаева, В.П. Экология промышленного производства / В.П. Минаева // Проблемы совершенствования организации производства и управления промышленными предприятиями: Межвузовский сб. науч. трудов. — 2012. - № 1. — С. 116 — 123.
8. Моисеев, Н.Н. Быть или не быть... человечеству? / Н.Н. Моисеев. — М.: Ульяновский Дом печати, 1999. — 288 с.
9. Подлесных, А.И. О целесообразности применения комбинированных СВЧ-технологий для экологизации производства цементного клинкера / А.И. Подлесных // Международный научно-исследовательский журнал. — 2015. — № 10 (41). — Ч. 2. — С. 97–98.
10. Тейлор, Х. Химия цемента / Х. Тейлор — М.: Мир, 1996. — 560 с.
11. Фокина, З.Т. Синергетический подход к экологизации цементного производства / З.Т. Фокина, А.И. Подлесных // Вестник МГСУ. — 2015. — № 11 — С. 130–141.
12. European Commission, 2007. Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC). Reference Document on Best Available Techniques (BREF) in the Cement and Lime Manufacturing Industries. Draft September 2007. URL: <http://eippcb.jrc.es>. (дата обращения: 08.10.2015).
13. Hill, M.K. Understanding environmental pollution. Third Edition. / M.K. Hill. — Cambridge University Press, 2010. — 585 p.
14. Pacheco-Torgal, F. (Eds.) Eco-efficient Construction and Building Materials. Life Cycle Assessment (LCA), Eco-Labeling and Case Studies. / F. Pacheco-Torgal, L.F. Cabeza, J. Labrincha. — Woodhead Publishing Limited, 2014. — XXI. — 617 p.

© Подлесных А.И., Лаврусевич И.А., 2016

Подлесных Алиса Игоревна // [podlesnikh-alisa-i@yandex.ru](mailto:podlesnikh-alisa-i@yandex.ru)  
Лаврусевич Иван Андреевич // [4914907@gmail.com](mailto:4914907@gmail.com)

УДК 55:61+574.24+314.4:504.055

Росман Г.И., Королева Н.Л. (ФГБУ «ВИМС»)

#### ПРОГНОЗНАЯ ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ОТ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ОБЪЕКТОВ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОГО КОМПЛЕКСА

*Рассмотрен способ прогнозной оценки степени заболеваемости населения, постоянно проживающего в зоне влияния действующих или проектируемых рудников, горно-обогажительных или горно-металлургических комбинатов, через оценку степени экологической напряженности территорий селитебных комплексов. Способ основан на статистической связи степени заболеваемости и смертности населения со степенью экологической напряженности территорий его проживания. Предлагаемый способ может быть полезен при составлении технико-экономических обоснований постоянных кондиций и проектов освоения месторождений минерального сырья. **Ключевые слова:** горно-обогажительные и горно-металлургические комбинаты, экологическая напряженность, заболеваемость.*

Rosman G.I., Koroleva N.L. (VIMS)

FORWARD-LOOKING ASSESSMENT OF DISEASE OF THE POPULATION OF ENVIRONMENTAL IMPACT OF OBJECTS MINERAL COMPLEX.

*The method of forecast evaluation was reviewed by the degree of morbidity, permanently residing in the zone of influence of current or planned mining, dressing and mining-metallurgical complexes, through the assessment of ecological tension areas of residential complexes. The method was based on a statistical relationship degree of morbidity and mortality with the degree of environmental stress areas of residence. The pro-*

*posed solution may be useful in the preparation of feasibility studies of permanent conditions and development projects of mineral resources deposits. **Key words:** mining and processing, mining and metallurgical plants, environmental voltage, morbidity.*

Связь заболеваемости населения селитебных зон с загрязнением природных компонентов окружающей среды является неоспоримым фактом. Этой проблеме посвящено много публикаций, в которых исследуется воздействие тех или иных загрязняющих веществ на здоровье населения, в частности, на состояние биосубстратов человека. Ярким примером такого подхода является книга «Медицинская геология: состояние и перспективы» под редакцией И.Ф. Вольсона [7], выпущенная Росгео, в которой объединены труды многих ученых. Однако в этих работах, хотя и приведен существенный фактический материал, который может быть использован для прогноза экологических последствий воздействия опасных производственных объектов (ОПО) на окружающую среду, но как таковая методология прогноза отсутствует. Вместе с тем прогнозная оценка степени смертности и заболеваемости населения, проживающего в ореоле влияния существующих и проектируемых предприятий минерально-сырьевого комплекса, является актуальной социальной и экономической проблемой. По литературным данным существует два подхода к прогнозной оценке заболеваемости населения, проживающего на территории воздействия ОПО.

Один подход опирается на расчет индивидуальных и коллективных рисков заболеваемости и смертности от воздействия факторов загрязнения окружающей среды: облучения, химических канцерогенов и токсикантов. Недостаток такого подхода заключается в том, что в настоящее время научный метод «суммирования различных токсичных воздействий отсутствует» [13].

Другой подход опирается на статистически обоснованную зависимость степени заболеваемости и смертности населения от уровня экологической напряженности территории его проживания.

Цель настоящей статьи заключается в апробации второго подхода для решения практической задачи — количественной прогнозной оценки степени заболеваемости населения, проживающего на территории влияния действующего или проектируемого ОПО минерально-сырьевого комплекса (рудника, горно-обогажительного или горно-металлургического комбината\* (ГОК, ГМК)). Положительный результат определит возможность применения методологии при составлении технико-экономических обоснований (ТЭО) постоянных кондиций и проектов освоения месторождений минерального сырья. Следовательно, согласно методологии, определив степень экологической напряженности территории воздействия ОПО минерально-сырьевого комплекса, можно прогнозировать степень заболеваемости населения, проживающего на этой территории. Экологическая напряженность территории определяется сочетанием сле-

\* При этом по степени воздействия на здоровье населения и персонала ОПО располагаются обычно в следующий ряд: ГМК > ГОК > рудник.