

ЭКОЛОГИЯ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

УДК 622.355

Техника и технологии разработки месторождений цементного сырья на Дальнем Востоке и перспективы их развития

А.Ю. Чебан^а, Н.П. Хрунина^б

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт горного дела Дальневосточного отделения Российской академии наук», ул. Тургенева 51, Хабаровск, Россия

^аchebanay@mail.ru, ^бnpetx@mail.ru

Статья поступила 16.12.2013, принята 06.02.2014

В статье рассматривается состояние цементной промышленности Дальневосточного федерального округа. Оценивается состояние изученности и вовлеченности в промышленную отработку ресурсов минерального сырья для производства цемента. Приводятся перечень предприятий – производителей цемента, их производственные мощности и фактические объемы производства, перечень основных текущих потребителей продукции отрасли и перспективные направления сбыта продукции. Даются подробный перечень и номенклатура горных машин, задействованных на разработке цементного сырья, с градацией техники по фирмам-производителям. Анализируются применяемые циклические технологии с применением буровзрывных работ и перспективные циклично-поточные и поточные технологии разработки месторождений цементного сырья с использованием карьерных комбайнов. Предлагается усовершенствованный способ загрузки горной массы в автосамосвалы и автоматизированный загрузочный комплекс для осуществления данного способа, позволяющий исключить простой карьерного комбайна при замене автосамосвалов и значительно снизить время загрузки автосамосвалов горной массой.

Ключевые слова: модернизация техники, карьерные комбайны, циклическая и циклично-поточная технологии, автоматизация процесса.

Technical equipment and technologies of mining cement raw materials in the Far East and the prospects of their development

A.Yu. Cheban^а, N.P. Khrunina^б

¹Federal State budgetary institution of Science «Mining Institute of Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences» 51, Turgenev St., Khabarovsk, Russia

^аchebanay@mail.ru, ^бnpetx@mail.ru

Received 16.12.2013, accepted 06.02.2014

The article deals with the state of the cement industry in the Far Eastern Federal District. The state of exploration and involvement into the production processing of mineral raw resources for cement production has been estimated. The list of the enterprises – cement manufacturers, their capacities and actual production volumes, the list of the basic current consumers of production of the branch and some perspective directions of production distribution have been given. It has also been given a detailed list and nomenclature of mining machines involved in the development of cement raw materials, with the gradation of the technical equipment according to their manufacturers. The cyclic technologies with the use of drilling-and-blasting operations, and perspective cyclical-and-continuous and continuous technologies of the development of cement raw materials with surface miners have been analyzed. An improved way of loading of the mined rock into dump trucks and automated loading complex, allowing to eliminate the downtime of surface miners when dump trucks are being substituted, and to reduce significantly the time of loading of the mined rock into dump trucks have been proposed.

Keywords: modernization of technical equipment, surface miners, cyclic and cyclical-and-continuous technologies, process automation.

Введение. Цементная промышленность является одной из самых быстрорастущих отраслей мирового производства. Темпы развития производства цемента в мире в 1,5-2 раза превышают темпы роста мирового ВВП. Цемент и получаемый на его основе бетон являются одними из базовых строительных материалов.

В Российской Федерации в 2012 году потребление цемента составило 65,2 млн. т, производство – 61,5

млн. т, при этом в страну было импортировано 5,1 млн. т цемента, экспортировано 1,4 млн. т [1, 2].

Крупнейшим производителем цемента в России является холдинг «ЕВРОЦЕМЕНТ групп», обеспечивающий треть всего цементного производства (33,7 %). Крупными отечественными производителями являются ОАО «Новоросцемент», ОАО «Мордовцемент», ОАО «Сибирский цемент», ОАО «Себряковцемент», ОАО

«Ангарскцемент» и ООО «Востокцемент», выпустившие в 2012 году соответственно 8, 7,7, 6,5, 5,5, 3,6 и 3,2 % всего объема российского цемента [2]. На российском рынке производства цемента доля зарубежных компаний (Lafarge, Dycckerhoff, Holcim и Heidelberg cement) составляет около 20 %.

Состояние производства. В 2012 году по всем федеральным округам, за исключением Дальневосточного, отмечен рост потребления цемента. В Дальневосточном федеральном округе (ДФО) потребление цемента сократилось с 2,5 млн. т в 2011 году до 2,3 млн. т в 2012 году [2]. Таким образом, удельная доля округа в общероссийском потреблении цемента снизилась с 4,3 % в 2011 году до 3,5 % в 2012 году. Это можно объяснить прежде всего завершением крупных строительных программ по подготовке г. Владивостока к проведению саммита 2012 года. Производство цемента в ДФО в 2012 году снизилось до 2,0 млн. т, что составило около 87 % от потребности региона. Недостающий цемент доставлялся из Сибирского федерального округа и из-за рубежа.

На Дальнем Востоке действуют три предприятия по производству цемента – ОАО «Спасскцемент», ОАО «Теплоозерский цементный завод» и ОАО ПО «Якутцемент», интегрированные вместе с некоторыми другими предприятиями, производящими строительные материалы, в управляющую компанию ООО «Востокцемент». Суммарная проектная мощность трех цементных заводов составляет 4,3 млн. т, а объем выпуска цемента в 2012 году составил всего 2,0 млн. т (табл. 1). Таким образом, загрузка мощностей дальневосточных предприятий составляет менее 50 %, в то же время средний показатель загрузки по отрасли в РФ находится на уровне 65-70 %.

Таблица 1

Мощности заводов и объемы производства цемента в Дальневосточном федеральном округе в 2012 году

Предприятие	Проектная мощность, млн. т	Выпуск цемента, млн. т
ОАО «Спасскцемент»	3,1	1,4
ОАО «Теплоозерский цементный завод»	0,8	0,3
ОАО ПО «Якутцемент»	0,4	0,3
<i>Всего по округу</i>	<i>4,3</i>	<i>2,0</i>

Крупнейшими потребителями продукции дальневосточных цементных заводов являются ФГУП «Дальспецстрой», ЗАО «Хабаровск Автомост», ОАО «Хабаровский завод ЖБИ-4», ЗАО «Владивостокский комбинат производственных предприятий», ООО «Комбинат строительных материалов», АК «АЛРОСА». В настоящее время наиболее перспективным направлением сбыта цемента является космодром «Восточный», строительство которого ведется в Амурской области.

Сырьевая база. Производство цемента осуществляется предприятиями с использованием местного сырья. На Дальнем Востоке разведан ряд месторождений цементного сырья: известняков, глин, глинистых сланцев, вулканического пепла, гидравлических добавок (туфы, базальты) и др. (табл. 2).

Таблица 2

Количество разведанных месторождений цементного сырья в Дальневосточном регионе

Регион	Число месторождений
Приморский край	19
Сахалинская область	5
Еврейская автономная область	4
Хабаровский край	3
Магаданская область	3
Республика Саха (Якутия)	2

В Хабаровском крае разработка месторождений цементного сырья не ведется. В Сахалинской и Магаданской областях добыча цементного сырья производится в незначительных объемах. В промышленных объемах ведется разработка месторождений в Приморском крае Спасским цементным заводом, в Еврейской автономной области – Теплоозерским цементным заводом и в республике Саха (Якутия) – Якутским цементным заводом. Данные предприятия не только перерабатывают цементное сырье, но и самостоятельно ведут его добычу (табл. 3).

Таблица 3

Количество разрабатываемых месторождений цементного сырья в Дальневосточном регионе

Предприятие	Число месторождений
ОАО «Спасскцемент»	6
ОАО «Теплоозерский цементный завод»	3
ОАО ПО «Якутцемент»	2

Техническая оснащенность. В результате резко возросшего спроса на строительные материалы при подготовке Приморского края и г. Владивостока к проведению саммита АТЭС, а также строительства Бурейской ГЭС, у производителей цемента появились дополнительные финансовые возможности для проведения модернизации техники. В частности, на карьерах по добыче цементного сырья в значительном объеме был обновлен парк горного оборудования с заменой устаревших отечественных машин на современную технику зарубежного производства [3, 4, 5].

В настоящее время на разработке месторождений цементного сырья дальневосточными заводами используются экскаваторы различных производителей (табл. 4).

Таблица 4

Экскаваторы, задействованные на разработке месторождений цементного сырья

Фирма-производитель	Число машин
Hitachi	6
Уралмашзавод	5
Komatsu	3
Воронежский экскаваторный завод	3
Прочие	2
<i>Всего</i>	<i>19</i>

Наиболее распространены машины фирмы Hitachi (марок ZX-850, ZX-800, ZX-600, ZX-450) с вместимостью ковша 2,0-4,5 м³. Также в значительном количестве еще используются экскаваторы ЭКГ-5А Уралмашзавода. Для разработки небольших месторождений туфов, кремнистых сланцев и базальтов используются экскаваторы Komatsu PC-400 и Э-2505 Воронежского экскаваторного завода. В связи со значительной выработкой ресурса отечественными экскаваторами с механическим приводом планируется их замена на современные гидравлические экскаваторы зарубежного производства.

В меньшем количестве на выемочных и погрузочных работах используются одноковшовые погрузчики. Парк погрузчиков на разработке месторождений в основном состоит из машин фирмы Komatsu – марок LX-130, ZX-130 и др.

Для выполнения вскрышных, подготовительных, вспомогательных и других горных работ на предприятиях используются бульдозеры (табл. 5).

Таблица 5

Бульдозеры, задействованные на разработке месторождений цементного сырья

Фирма-производитель	Число машин
Komatsu	7
ЧТЗ-Уралтрак	4
ОАО «Промтрактор»	2
Прочие	1
<i>Всего</i>	<i>14</i>

Основной объем работ выполняется тяжелыми и сверхтяжелыми высокопроизводительными бульдозерами фирмы Komatsu (марок D-375, D-155). Отечественные производители представлены несколькими средними и тяжелыми машинами на базе тракторов Т-130, Т-330, ДЭТ-320.

Месторождения цементного сырья сложены в основном из полускальных и скальных пород, подготовка которых к выемке производится при помощи буровзрывных работ. Буровые работы выполняются станками БШШ-250МНА, БШШ-200-36, Driltech 25KS (табл. 6).

Таблица 6

Буровые станки, задействованные на разработке месторождений цементного сырья

Фирма-производитель	Число машин
ОАО «Рудгормаш» (Россия)	3
Барвенковский завод (Украина)	1
Driltech (США)	3
<i>Всего</i>	<i>7</i>

Для транспортировки вскрышных пород и полезного ископаемого на предприятиях имеется парк автосамосвалов (табл. 7). Основной машиной на цементных предприятиях в настоящее время являются автосамосвалы Volvo грузоподъемностью 25-30 тонн, в небольшом количестве эксплуатируются автосамосвалы других производителей.

При разработке месторождений цементного сырья на Дальнем Востоке используются исключительно традиционные цикличные технологии с применением буровзрывных работ, что подтверждает представленный выше перечень основного горного оборудования, используемого предприятиями. Применяемая технология разработки полезного ископаемого включает бурение и зарядание скважин, взрывание добычного блока, выемку и погрузку взорванной горной массы одноковшовыми экскаваторами (реже одноковшовыми погрузчиками) в автосамосвалы и транспортировку ее в отвал (пустая порода) или на завод (цементное сырье).

Таблица 7

Автосамосвалы, задействованные на разработке месторождений цементного сырья

Фирма-производитель	Число машин
Volvo	22
Komatsu	4
Howo	4
БелАЗ	3
КамАЗ	3
<i>Всего</i>	<i>36</i>

Анализ применяемых технологий. Циклическая технология разработки месторождений отличается относительно низкой производительностью и высокой себестоимостью добычи сырья. В ряде стран (США, Италия, Австрия, Германия, Индия и др.) многие предприятия перешли на прогрессивные циклично-поточные и поточные технологии с использованием горного оборудования непрерывного действия (карьерных комбайнов, компактных роторных экскаваторов, конвейерных систем) [6]. Так, использование карьерных комбайнов при разработке месторождений известняков позволяет отказаться от буровзрывных работ. Циклично-поточные технологии активно начинают внедряться и на отечественных карьерах цементного сырья. Лидером в цементной отрасли по использованию технических и технологических инноваций является холдинг «ЕВРОЦЕМЕНТ групп», который на своих предприятиях последовательно внедряет циклично-поточные технологии разработки известняков – на Кувмогорском, Сокольско-Систовском, Пятковском, Джегутинском и ряде других карьеров [7]. Широкое применение при разработке месторождений известняков получили карьерные комбайны фирмы Wirtgen (Германия) марок 2200SM и 2500SM. Это современные высокопроизводительные машины, специально спроектированные для разработки горных пород с прочностью на одноосное сжатие в пределах 50-80 МПа. Эксплуатация комбайнов на карьерах холдинга показала их высокую производительность и экономическую эффективность.

Для снижения эксплуатационных затрат на ведение добычных работ целесообразно перейти на разработку некоторых дальневосточных известняковых карьеров по циклично-поточной технологии с использованием карьерных комбайнов [8]. В частности, с учетом физико-механических свойств известняков Лондоковского месторождения и плановой производительности Теп-

лоозерского цементного завода рационально будет применить карьерный комбайн Wirtgen 2200SM. Применение карьерного комбайна позволит: отказаться от проведения буровзрывных работ; выравнять рабочие площадки и транспортные коммуникации; снизить динамические нагрузки на конструкцию самосвала при его загрузке и обеспечить более полное заполнение его кузова.

Несмотря на значительное преимущество технологии с применением карьерных комбайнов по сравнению с традиционной, возможно дальнейшее повышение ее эффективности за счет устранения некоторых недостатков, к которым можно отнести простои карьерного комбайна во время замены автосамосвалов и простой автосамосвала под загрузкой. Во время замены автосамосвалов комбайн простаивает, и его производительность снижается на 12-24 %. Как правило, в комплекте с карьерным комбайном работают 3-6 автосамосвалов, число которых зависит от грузоподъемности и дальности транспортировки горной массы [9].

Предлагаемая технология. Обеспечить безостановочную работу комбайна при замене автосамосвалов и снижение простоев автосамосвалов под загрузкой можно за счет включения в технологическую схему загрузочного устройства. Известные конструкции загрузочных устройств [10], спроектированные для работы с крупными горными машинами, не подходят для применения в комплекте с карьерными комбайнами, так как высота консоли разгрузочного конвейера комбайна ненамного больше высоты бортов автосамосвалов, а для наполнения загрузочного устройства традиционной конструкции требуется примерно вдвое большая высота загрузки (так как карьерный автосамосвал заезжает под бункер загрузочного устройства). Авторами статьи предлагается способ загрузки горной массы в автосамосвалы и автоматизированный загрузочный комплекс для осуществления данного способа, устраняющий вышеперечисленные недостатки [11].

Способ загрузки реализуется следующим образом. Карьерный комбайн (на рис. не показан), перемещаясь вдоль забоя, разрабатывает горную породу и транспортирует ее по разгрузочному конвейеру 1 в бункер 2 автоматизированного загрузочного комплекса (рис. 1). Загрузочный комплекс движется вслед за комбайном и дистанционно управляется от него. В начальном положении оба бункера 2 и 3 находятся в нижнем положении. При полной загрузке бункера 2 срабатывают датчики грузоподъемности, расположенные на днище бункера, на отключение загрузки. Конвейер 1 карьерного комбайна, закончив загрузку бункера 2, перемещается в сторону бункера 3 и начинает его загрузку. Осуществление независимых процессов позиционирования бункеров 2 и 3 происходит одновременно с рабочим процессом карьерного комбайна. Автосамосвал 4, двигаясь задним ходом, упирается в буфер 5 загрузочного комплекса, срабатывает датчик, и автоматической системой подается команда на погрузку горной массы из бункера 2 в кузов автосамосвала 4. В это время бункер 2, установленный на раме 6 с помощью опор скольжения 7, которые входят во взаимодействие с вертикальными направляющими 8 рамы, перемещается

в вертикальной плоскости механизмами вертикального перемещения 9.

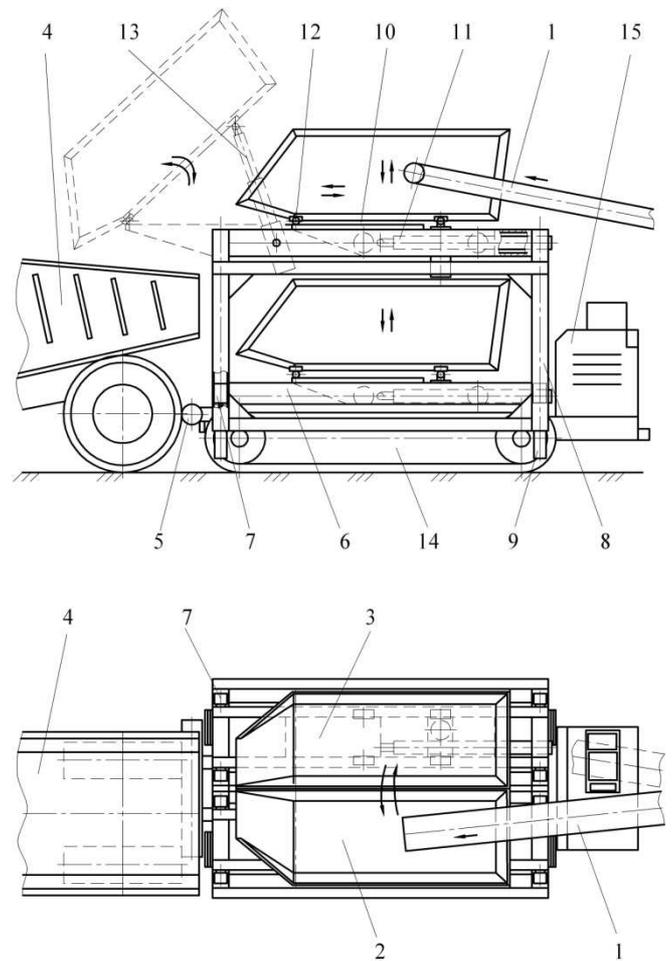


Рис. 1. Автоматизированный загрузочный комплекс

Когда рама 6 бункера 2 достигнет своего крайнего верхнего положения, каретка 10 бункера 2 с помощью механизма горизонтального перемещения 11 сдвигается в сторону автосамосвала 4 и посредством шарнирной связи 12 с кареткой 10 и телескопического механизма поворота 13 поворачивается в вертикальной плоскости для загрузки автосамосвала. Затем бункер 2 перемещается в исходное нижнее положение. После загрузки бункера 3 конвейер 1 позиционируется над бункером 2 и вновь начинает его загрузку. Загруженный автосамосвал 4 отъезжает от загрузочного комплекса, а на его место подъезжает новый автосамосвал, загрузка которого происходит аналогичным образом из бункера 3. Привод гусеничной ходовой части 14 и гидравлической системы загрузочного комплекса осуществляется от двигателя внутреннего сгорания 15.

Предложенный способ загрузки горной массы в автосамосвалы с использованием автоматизированного загрузочного комплекса позволяет обеспечить непрерывность работы карьерного комбайна и перегрузки горной массы, снижает время простоев автосамосвалов под погрузкой, не требует специального горного рабочего для управления загрузочным комплексом, так как все работы по загрузке автосамосвалов ведутся в автоматическом режиме. Кинематическая схема перемеще-

ния бункеров позволяет производить их загрузку в нижнем положении имеющимися на карьерных комбайнах конвейерами и безударно и равномерно производить загрузку автосамосвалов.

Заключение

Совершенствование циклично-поточных технологий с использованием карьерных комбайнов за счет внедрения автоматизированных загрузочных комплексов при разработке месторождений цементного сырья (и некоторых других полезных ископаемых) позволит значительно увеличить производительность горного оборудования, снизить себестоимость добычи цементного сырья и повысить рентабельность горного производства.

Литература

1. Семенов А.А. Итоги развития строительного комплекса и промышленности строительных материалов в 2012 году, прогноз на 2013 год // Строительные материалы. 2012. № 2. С. 62-65.
2. Высоцкий Е.В. Тенденции и перспективы развития рынка цемента Российской Федерации // Там же. С. 66-69.
3. Чебан А.Ю., Секисов Г.В., Хрунина Н.П. Структурный анализ технических средств, задействованных при добыче строительных горных пород на юге Дальневосточного региона // Горная пром-сть 2013. № 4. С. 26-29.
4. Рассказов И.Ю., Чебан А.Ю., Литвинцев В.С. Анализ технической оснащенности горнодобывающих предприятий Хабаровского края и Еврейской автономной области // Горный журн. 2013. № 2. С. 30-34.
5. Секисов Г.В., Чебан А.Ю. Техническое вооружение горных предприятий Приморского края, занимающихся добычей строительных горных пород // Горный информ.-аналит. бюл. 2013. № 11. С. 283-287.
6. Панкевич Ю.Б., Хартман Г. Обобщение опыта эксплуатации карьерных комбайнов Surface Miner фирмы Wirtgen на карьерах по добыче цементного сырья // Горная пром-сть. 1997. № 4. С. 32-45.
7. Пихлер М., Гуськов В.А., Земцов А.В., Уткин С.П., Панкевич Ю.Б. Программа технического перевооружения карьеров холдинга «ЕВРОЦЕМЕНТ групп» – в действии // Там же. 2009. № 4. С. 10-14.
8. Чебан А.Ю. О целесообразности внедрения послыно-полосовых технологий при разработке месторождений цементного сырья в Дальневосточном регионе // Горный информ.-аналит. бюл. 2013. № 10. С. 53-58.
9. Шемякин С.А., Чебан А.Ю., Клигунов Е.С. Повышение эффективности послыно-полосовой технологии открытых горных работ с

применением выемочных машин фрезерного типа и скреперов // Там же. 2003. № 4-5. С. 48-50.

10. Тарасов В.Ю., Коптев В.Т. Загрузочное устройство для загрузки автомобиля-самосвала: пат. 2257330 Рос. Федерация. 2005, Бюл. № 21.
11. Чебан А.Ю., Шемякин С.А., Хрунина Н.П. Способ загрузки горной массы в автосамосвалы и комплекс для осуществления погрузки: заявка № 2013138773 от 20.08.2013.

References

1. Semenov A.A. Results of development of construction complex and building materials industry in 2012, the forecast for 2013 // Stroitelnye materialy. 2012. № 2. P. 62-65.
2. Vysotsky E.V. Tendencies and prospects of development of the cement market of the Russian Federation // Stroitelnye materialy. 2012. № 2. P. 66-69.
3. Cheban A.Yu., Sekisov G.V., Khrunina N.P. Structural analysis of the technical means working at extraction of building rocks in the South of the Far East region and Jewish Autonomous area // Gornaja prom-st 2013. № 4. P. 26-29.
4. Rasskazov I.Yu., Cheban A.Yu., Litvintsev V.S. Analysis of technical equipment of the mining enterprises of Khabarovsk territory and Jewish Autonomous area // Gornaja prom-st. 2013. № 2. P. 30-34.
5. Sekisov G.V., Cheban A.Yu. Technical equipment of mining enterprises of the Primorsky territory, taking extraction of building rocks // Gornyj inform.-analit. bjul. 2013. № 11. P. 283-287.
6. Pankevich Yu.B., Hartman G., General conclusion of the experience of career harvesters of the Surface Miner «Wirtgen» in the quarries for the extraction of cement raw materials // Gornaja prom-st. 1997. № 4. P. 32-45.
7. Pichler M, Guskov V.A., Zemtsov A.V., Utkin S.P., Pankevich Yu.B. Programme of technical re-equipment of quarries of the holding «EUROCEMENT group» in action // Gornaja prom-st. 2009. № 4. P. 10-14.
8. Cheban A.Yu. About reasonable to introduce layer-by-layer bandpass technologies in the development of location cement raw materials in the Far East of the region // Gornyj inform.-analit. bjul. 2013. № 10. P. 53-58.
9. Shemyakin S.A., Cheban A.Yu., Klignunov Ye.S. Improving the efficiency of layer-by-layer bandpass technology of open-cast mining with the use of extraction machines of milling type and scrapers // Gornaja prom-st. 2003. № 4-5. P. 48-50.
10. Tarasov Yu.D., Koptev V.Yu. Boot device to download a dump truck: pat. 2257330 Rus. Federation; decl. 11.11.2003; publ. 27.07.2005, Bul. No.21.
11. Cheban A. Yu., Shemyakin S.A., Khrunina N.P. The way of loading rock mass in dump trucks, and complex for loading: decl. № 2013138773 of 20.08.2013.