

УДК 691.53  
ББК 38.33

*Андрей Анатольевич Заярный,*  
*кандидат технических наук, инженер производственно-технического отдела,*  
*ООО «Староцементный завод»*  
*(624800, Россия, Свердловская обл., г. Сухой Лог, ул. Пушкинская, 5 б)*  
*e-mail: zayarniy@scz-cement.ru*

### **Диверсификация технологии производства сухих смесей на основе высококачественных цементов**

При расширении ассортимента выпускаемой продукции предприятием, производящим цемент, возможно получить наибольшую экономическую выгоду за счёт введения в эксплуатацию комбинированных технологических линий, позволяющих выпускать как сухие тампонажные, так и строительные смеси. Кроме того, контролируя качество производимого цемента, как основного связующего компонента, предприятия смогут производить конкурентную продукцию в виде смесей. Также введение в эксплуатацию таких технологических линий будет способствовать наращиванию объёмов производства цемента и одновременно позволит стабилизировать пиковые спады и увеличение спроса потребителей на цемент.

*Ключевые слова:* модернизация, освоение новых производств, экономическая эффективность.

*Andrey Anatolyevich Zayarny,*  
*Candidate of Technical Sciences, Engineer of Technological Department,*  
*LLC "Starotsemnetny Zavod"*  
*(5b Pushkinskaya St., Sukhoy Lug, Sverdlovsk Region, Russia, 624800)*  
*e-mail: zayarniy@scz-cement.ru*

### **Diversification of Dry Mixtures Manufacturing Based on High-Quality Cement**

The plants expand the range of products it will allow to obtain the greatest economic benefit from the introduction of the combined operation of production lines, allowing to produce a dry backfill and mortars. Furthermore, controlling the quality of cement as the main binder component, enterprises can produce competitive products in the form of mixtures. In addition, the commissioning of production lines, will contribute to increasing the volume of cement production, and at the same time will help stabilize the peak downs and increased consumer demand for cement.

*Keywords:* modernization, development of new productions, economic efficiency.

При современном развитии экономики России всё больше увеличивается потребление цемента, а также растёт спрос на сухие строительные смеси, производимые непосредственно на территории нашей страны.

Линейка производимых сухих строительных смесей довольно обширна, её можно разделить на [1]:

- строительные (пескобетоны, кладочные, штукатурные);
- клеевые (для наклейки кафеля, мрамора, гранита, ПСБС, кирпича, ячеистых бетонов);
- специальные (огнезащитные составы, тёплые штукатурки и кладочные растворы с заполнителем);
- наливные полы (самовыравнивающиеся, с водоудерживающими, водоотталкивающими свойствами);
- герметизирующие шпалмы.

И очень важно отметить следующую тенденцию: темп прироста потребления сухих строительных смесей относительно слабо коррелирует с темпом прироста (спада) ввода в эксплуатацию жилья ( $R_2 = 0,63$ ), сильнее – с индексом физического объёма работ по виду деятельности «Строительство»

( $R_2 = 0,79$ ), но наиболее тесная статистическая взаимосвязь отмечена с темпом роста реального ВВП ( $R_2 = 0,93$ ) [2].

Кроме того, существует перспектива развития производства специальных сухих тампонажных смесей (материалов). Она связана с тем, что при современной добыче нефти и газа, разведочное и эксплуатационное бурение ведётся на глубину 3500 – 4000 м и более. В связи с этим возникает необходимость поднимать цементные растворы за обсадными трубами на значительную высоту (более 2000 м). Если применять обычный тампонажный раствор ( $\rho = 1,8 \dots 1,9 \text{ г/см}^3$ ), то его можно поднять на высоту не более 2 000 м, при этом давление в конце цементирования может достигнуть 200 атм. [3]. Для обеспечения получения тампонажных растворов с плотностью менее  $\rho = 1,0 \text{ г/см}^3$ , в облегчённый тампонажный цемент путём механического смешивания вводятся специальные добавки, которые обеспечивают тампонажным растворам снижение плотности, и кроме того могут придавать растворам необходимые требуемые свойства (характеристики), в зависимости от условий залегания и эксплуатации газонефтяных месторождений. Кроме того поставка непосредственно на кусты готовой тампонажной смеси актуальна для месторождений ближнего и дальнего Севера, так как доставка материалов и оборудования осуществляется только в зимнее время года.

В связи с этим на предприятии ООО «Староцементный завод» (г. Сухой Лог, Свердловская обл.) начато строительство с последующим вводом в эксплуатацию двух участков по производству сухих смесей. Первый участок будет являться опытно-промышленной установкой по производству сухих тампонажных смесей (ОУСС) с производительностью 4...6 т/ч. Второй участок сухих смесей, производительностью 30 т/ч, сможет выпускать как сухие тампонажные смеси, так и сухие строительные смеси. На рис. 1 изображена принципиальная схема ОУСС, состоящая из:

1. Фуллер-насос.
2. Силос цементный  $V = 2 \text{ м}^3$  с ручной шиберной задвижкой 16.
3. Растариватель МКР добавки № 1.
4. Приёмный бункер добавки № 1 с ручной шиберной задвижкой 17.
5. Растариватель МКР добавки № 2.
6. Приёмный бункер добавки № 2 с ручной шиберной задвижкой 18.
7. Шнек подачи цемента в весовой дозатор с пневмоприводной поворотной заслонкой 19.
8. Шнек подачи добавки № 1 в весовой дозатор с пневмоприводной поворотной заслонкой 20.
9. Шнек подачи добавки № 2 в весовой дозатор с пневмоприводной поворотной заслонкой 21.
10. Весоизмерительный бункер ДЦ07-900 со встроенной поворотной заслонкой 25.
11. Смеситель КВАДР 2В750.
12. Промежуточный бункер с ручной заслонкой 22.
13. Шнек транспортировки смешанного материала в элеватор 14.
14. Бункер готовой смеси.
15. Узел затарки готовой продукции в МКР.
16. Электротельфер.

Порядок смешивания компонентов тампонажных смесей на ОУСС:

1. Цемент подаётся в цементный силос 2 фуллер-насосом 1 из силосов № 7 и 8. Датчик 16 верхнего уровня 23 цементного силоса установлен на расстоянии 1,5 м от верхней отметки силоса. Датчик 17 нижнего уровня 24 цементного силоса установлен на расстоянии 1 м от конусной части конструкции силоса. При критических уровнях цемента в силосе срабатывает звуковая сигнализация, по которой технолог либо включает, либо выключает фуллер-насос подачи цемента. Добавка №1 из МКРов через растариватель 3 подаётся в приёмный бункер 4. Добавка №2 из МКРов через растариватель 5 подаётся в приёмный бункер 6.

2. Шнеком 7 цемент подаётся в весоизмерительный бункер 10. При окончании дозирования цемента автоматически останавливается шнек 7, с одновременным запирающим пневматической поворотной заслонки 19.

3. Далее автоматически запускается шнек 8 подачи добавки № 1 в весо-измерительный бункер 10. При окончании дозирования добавки № 1 автоматически останавливается шнек 8, с одновременным запирающим пневматической поворотной заслонки 21.

4. После этого автоматически запускается шнек 9 подачи добавки № 2 в весоизмерительный бункер 10. При окончании дозирования добавки № 2 автоматически останавливается шнек 9, с одновременным запирающим пневматической поворотной заслонки 20.

Вес материала в весоизмерительном бункере будет отображаться на дисплее технолога в режиме онлайн. При отсутствии изменения веса материала за заданный период времени узел дози-

рования опытно-промышленной установки автоматически останавливается до выяснения причины аварии (ошибки).

5. При условии, что у смесителя разгрузочный пневматический секторный затвор находится в закрытом положении, смеситель 11 запускается в работу. Затем подаётся сигнал на отпирание пневматической заслонки 25 весоизмерительного бункера 10. После того, как индикатор веса весоизмерительного бункера будет показывать нулевую массу материала, заслонка 10 автоматически запирается, и начинается отсчёт времени смешивания материала.

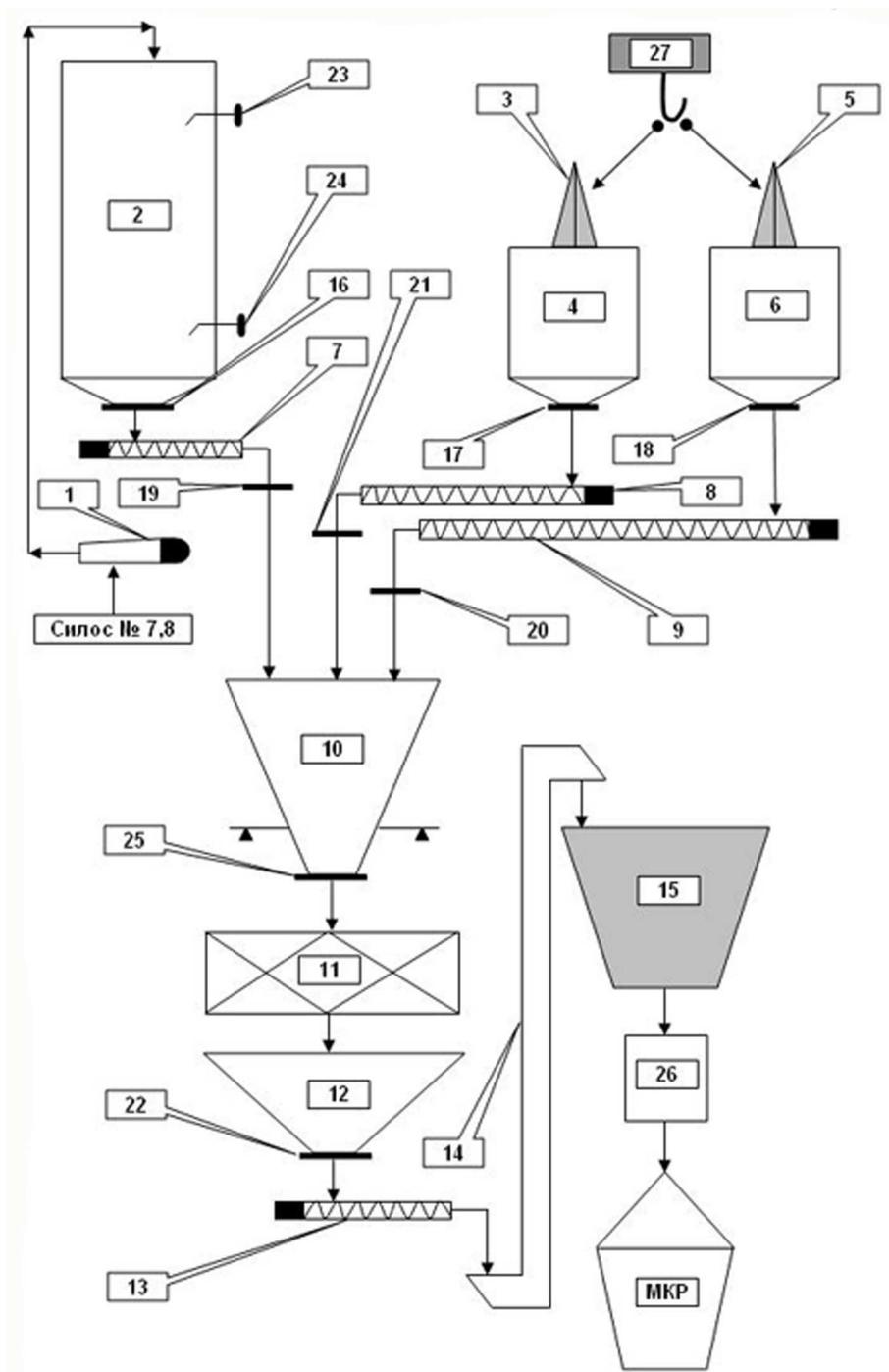


Рис. 1. Принципиальная технологическая схема ОУСС

6. После операции смешивания по заданному периоду времени, у смесителя 11 открывается разгрузочный пневматический секторный затвор, и смешанный материал при работающем смесителе 11 разгружается в бункер 12 также в течение заданного периода времени. После этого разгрузочный пневматический секторный затвор закрывается.

7. Начинается новый цикл дозирования материалов (п.п. 2, 3, 4, 5, 6).

8. Готовая смесь шнеком 13 подаётся в ковшовый элеватор 14 и транспортируется в бункер готовой продукции, и через затарочный узел пакуется в МКРы. Данный узел посредством тензодатчика показывает фактический вес затаренного материала, также он снабжен функцией грубого и тонкого дозирования материала в тару. Автоматизация работы узла затаривания не связана с алгоритмом автоматизации узла дозирования и смешивания. Шкаф управления находится на месте расположения узла затаривания.

Данная опытно-промышленная установка будет работать как с двумя добавками, так и с одной (цемент + добавка № 1, цемент + добавка № 1 + добавка № 2). Эксплуатация данной установки, в первую очередь, позволит определить оптимальное решение по автоматизации участка сухих смесей, производительностью 30 т/час.

Уникальность технологии участка сухих смесей заключается в том, что данная технологическая линия позволяет выпускать как сухие тампонажные смеси, так и сухие строительные смеси с погрешностью дозирования компонентов при их смешивании не более 0,1 %. Кроме того, конструкция такого участка по своему исполнению не относится к типовым заводам сухих строительных смесей башенного типа. Такие типовые башенные заводы предлагают как отечественные, так и зарубежные производители.

Строящийся участок сухих смесей ООО «Староцементный завод» совмещает в себе оптимальное соотношение качества (надёжности) и стоимости технологического оборудования. Такое соотношение взаимосвязано с ёмкостью несущих конструкций и тем самым снижает до минимума капитальные затраты. Кроме того, стоит отметить, что данная технологическая линия спроектирована в границах существующего промышленного здания – бывший склад огнеупоров.

На рис. 2 изображена принципиальная схема участка сухих смесей, которая будет введена в эксплуатацию в два этапа. На первом этапе технология будет включать:

1. В цементный силос № 1, объёмом 65 м<sup>3</sup>, цемент подаётся пневмотранспортом из силосов ж/д цеха № 7 и 8, а также может закачиваться из автотранспорта по системе цементпроводов (13, 14, 15), пережимных клапанов 9, быстросъёмных соединений 8 и вибросит 12.

2. В силосы № 2, 3, объёмом по 65 м<sup>3</sup>, добавки подаются как из цементовозов по системе цементпроводов (13, 14, 15), пережимных клапанов 9, быстросъёмных соединений 8 и вибросит 12, так и из двух растаривателей МКРов 10 двумя пневмокамерными установками 11 по системе цементпроводов (14, 15), пережимных клапанов 9.

3. Силосы оборудованы пылеулавливающим фильтром 3, аварийным клапаном 4, датчиками верхнего и нижнего уровня материала 5, системой ионных вибровентиляторов 6, ручной ножевой заслонкой 7.

4. Материал из силосов с помощью шнековых питателей 16, 17, 18, оборудованных двумя пневматическими дроссельными заслонками 19, и одной пневматической дроссельной заслонкой 20, поступает в два дозатора сухих компонентов 21 и в дозатор сухих компонентов 22 (цемент).

5. Весовые дозаторы оборудованы фильтрами 23, пневматическими вибраторами 24. Дозирование осуществляется одновременно в трёх весовых дозаторах (Поз. 21, 22). После процесса смешивания сухая тампонажная смесь из смесителя 45 разгружается в приёмный бункер 54 и шнеком 53 готовая смесь направляется на элеватор 54. С элеватора 54 готовая смесь с помощью перекидного клапана с ручным приводом 55 перенаправляется, либо (с помощью шнекового питателя 57 и двух пневматических заслонок 79) на тарировку в МКРы 66, либо на упаковочную станцию 65, или через разгрузочную течку 56 в пневмокамерный насос 67, и далее по цементопроводу 68 в силос готовой продукции 70.

6. Смеситель 45 с разгрузкой бомболука и приёмный бункер оборудованы аспирационными рукавами 47 и пылеулавливающим фильтром 46.

7. Бункер готовой продукции с установкой затаривания МКРов 66 оборудован фильтром 79, аварийным клапаном 60, индикаторами уровня 61, фильтром 59, системой аэрационных вибровентиляторов 62, ручной дроссельной заслонкой 63 и пневматической дроссельной заслонкой 64.

8. Силос готовой продукции 70 объёмом 125 м<sup>3</sup> оборудован пылеулавливающим фильтром 71, аварийным клапаном 72, датчиками верхнего и нижнего уровня материала 73, системой аэраци-

онных вибровентиляторов 74, заслонкой дроссельной ручной 75, телескопическим разгрузочным устройством для погрузки готовой погрузки в авто и ж.д. транспорт 76.

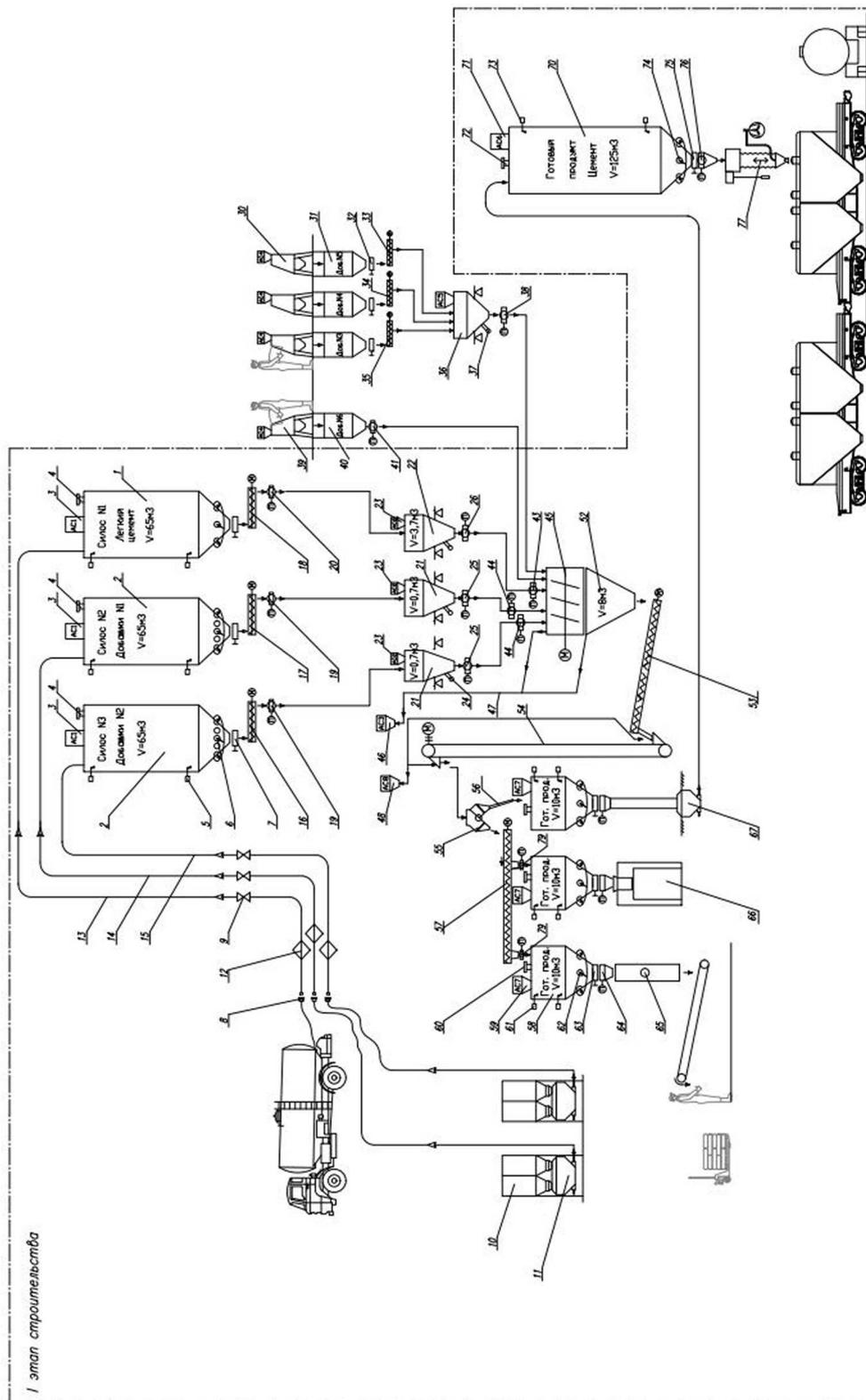


Рис. 2. Принципиальная технологическая схема участка сухих смесей

На втором этапе технология будет включать:

1. При производстве сухих строительных смесей добавляется узел дозирования специальных, в том числе полимерных добавок в небольших объёмах, по сравнению с основными вяжущими компонентами, наполнителями и заполнителями.

2. Первоначально планируется применять подачу трёх видов добавок в автоматическом режиме и один вид добавки в ручном. При автоматическом режиме различные добавки технологом распределяются по трём силосам 31, оборудованными ручными дроссельными заслонками, через три растаривателя мешков со встроенной системой аспирации и приёмной воронкой 30.

Последовательно добавки поступают с помощью шнеков дозирования со взрыхлителями (33, 34, 35) в дозатор сухих добавок 36, оборудованного пневматическим вибратором 37. Одновременно дозируются основной вяжущий компонент, а при необходимости наполнители и заполнители, с помощью оборудования технологического передела позиций 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 25, 26, 43, 44.

При подаче добавки в ручном режиме, перед каждым циклом смешивания добавка помещается в бункер 40, оборудованного пневматической заслонкой 41, подачи материала в смеситель, через растариватель мешков со встроенной системой аспирации 39.

3. После проведения дозирования, при выгруженном смесителе 45 и закрытом бомболоке поступает сигнал на отпирание пневматической дроссельной заслонки 38, вследствие чего взвешенный материал поступает в смеситель 45. После подачи материала заслонка 38 запирается.

4. Бункера готовой продукции упаковочной линии 65 с клапанными мешками 25 – 50 кг, оборудованы фильтром 79, аварийным клапаном 60, индикаторами уровня 61, фильтром 59, системой аэрационных вибровентиляторов 62, ручной дроссельной заслонкой 63 и пневматической дроссельной заслонкой 64.

При срабатывании датчика верхнего уровня работа технологической линии по производству тампонажных смесей должна быть автоматически заблокирована, а оборудование позиций 45, 53, 54, 57 немедленно остановлено. Разрешение на возобновление работы данного передела осуществляется по сигналу датчика нижнего уровня 61.

5. При отгрузке готовой продукции в мобильные силоса поток смеси с помощью перекидного клапана с ручным приводом 55 и разгрузочной течки переводится на бункер готовой продукции пневмокамерного насоса 67, затем переводится на систему транспортирования материала в силос готовой продукции.

6. Также на втором этапе строительства при производстве сухих строительных смесей предусматривается монтаж дополнительных силосов объёмом 65 м<sup>3</sup> для подачи в технологический процесс наполнителя или заполнителя в виде кварцевого или строительного песка.

Таким образом, введение в эксплуатацию участка сухих смесей позволит предприятию ООО «Староцементный завод» выполнить следующие задачи:

1) увеличить объёмы производства высококачественного цемента. Например, на предприятии ООО «Староцементный завод» налажен выпуск цемента для производства сухих тампонажных смесей марки ПЦТ - ОБ 5-50. Для сухих строительных смесей – цементы марок ПЦ 500-Д0, и ПЦ 550-Д0. В настоящее время ведутся работы по освоению выпуска цемента марки ПЦ 600-Д0;

2) как показывает производственная практика, объёмы выпускаемого цемента в течение года неравномерны. В период с марта по август спрос на цемент растёт, после этого идёт резкий спад, т. е. выпуск сухих смесей позволит сбалансировать пики спада и увеличения при производстве цемента.

Изучив особенности (спроса) региональных сегментов отечественных рынков сухих строительных и тампонажных смесей, можно утверждать, что внедрение комбинированного производства в цементной отрасли актуально на любом цементном заводе Российской Федерации. Это, главным образом, обусловлено возможностью цементных заводов регулировать качество готовой продукции сухих строительных и тампонажных смесей путём выпуска основного связующего компонента – цемента, обладающего требуемыми характеристиками. Таким образом, расширение ассортимента выпускаемой продукции и переориентация рынков сбыта, освоение новых видов производств с целью повышения эффективности производства позволит получить наибольшую экономическую выгоду.

#### *Список литературы*

1. Безбородо В. А. [и др.]. Сухие смеси в современном строительстве. Новосибирск: Новосиб. гос. архит.-строит. ун-т, 1998. 91 с.
2. Ботка Е. Рынок сухих строительных смесей России: итоги 2012 года и краткосрочные перспективы // Технология & бизнес на рынке сухих строительных смесей.

2013. 25 марта.

3. Луценко Н. А., Финогенов И. С., Образцов О. И. Облегчённые цементные растворы для бурения нефтяных и газовых скважин. Киев: Техніка, 1965. 67 с.

### *References*

1. Bezborodo V. A. [i dr.]. Sukhie smesi v sovremennom stroitel'stve. Novosibirsk: Novosib. gosud. arkhит.-stroit. un-t, 1998. 91 s.

2. Botka E. Rynok sukhikh stroitel'nykh smesei Rossii: itogi 2012 goda i kratkosrochnye perspektivy // Tekhnologiya & biznes na rynke sukhikh stroitel'nykh smesei. 2013. 25 marta.

3. Lutsenko N. A., Finogenov I. S., Obratsov O. I. Oblegchennye tsementnye rastvory dlya bureniya neftyanykh i gazovykh skvazhin. Kiev: Tekhnika, 1965. 67 s.

*Статья поступила в редакцию 24.04.2014*