

<https://doi.org/10.3176/hum.soc.sci.1956.3.04>

## ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЛАНЦЕВОГО КОКСА КАМЕРНЫХ ПЕЧЕЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА

Э. В. КУЛЬ,

кандидат экономических наук

Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О развитии производства сборных железобетонных конструкций и деталей для строительства» (1954 г.) и «О мерах по дальнейшей индустриализации, улучшению качества и снижению стоимости строительства» (1955 г.) знаменуют новый этап в развитии строительной индустрии. Осуществление задач, поставленных в указанных постановлениях, требует широкого внедрения сборных железобетонных конструкций и деталей, крупных стеновых блоков и новых эффективных строительных материалов, призванных внести коренные изменения в строительное дело, поставить его на промышленные рельсы.

Большое внимание уделяют увеличению производства сборных бетонных и железобетонных изделий и стеновых блоков также директивы XX съезда КПСС по шестому пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР на 1956—1960 годы. Директивами предусмотрено увеличить в 1960 году по сравнению с 1955 годом производство сборных железобетонных конструкций и деталей примерно в 5,8 раза.

Широкое развертывание производства монтируемых строительных деталей из бетона требует резкого увеличения производства вяжущих материалов, в первую очередь портландцемента, с учетом максимального использования местного природного сырья, а также минеральных отходов, получаемых при сжигании или термической переработке некоторых твердых топлив. Одним из таких минеральных отходов является сланцевый кокс.

Сланцевый кокс, получаемый при термической переработке горючих сланцев в камерных печах, состоит из двух основных компонентов — минеральной и органической частей. Минеральная часть сланцевого кокса содержит элементы (окись кальция —  $\text{CaO}$ , кремнезем —  $\text{SiO}_2$ , глинозем —  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и т. д.), необходимые для получения портландцемента. Остаток органического вещества (12—15%), остающийся в коксе после термической переработки горючих сланцев в камерных печах, может быть использован как топливо в процессе обжига сырьевой смеси в соответствующих печах. На этом основании можно предполагать, что сланцевый кокс может быть применен, при условии его обогащения известняком, в качестве компонента сырья для производства портландцемента.



Сырьевая смесь составлялась из двух компонентов — известняка и сланцевого кокса, полученного из Кохтла-Ярве, — в соотношении примерно 2 : 3. Корректирующих добавок не потребовалось. Расход известняка при этом сократился вдвое по сравнению с обычной трехкомпонентной сырьевой смесью, применяемой на заводе и состоящей из известняка, глины и колчеданных огарков. Сланцевый кокс был доставлен из Кохтла-Ярве на завод в открытых полувагонах. Стоимость 1 тонны сланцевого кокса франко завод составила 15.40 рублей.

«Черный» шлам, изготовленный из известняка и сланцевого кокса, обладал меньшей текучестью по сравнению с обычным шламом, что вызвало необходимость повышения его влажности примерно на 2—3%.

Размалываемость кокса аналогична размалываемости известняка типа акмянского, т. е. относительно легкая (производительность сырьевых мельниц — 22—24 т/час сухого сырья).

Процесс обжига клинкера при питании печи «черным» шламом происходил без каких-либо осложнений. Качество клинкера не уступало по марочности качеству клинкера, изготовленного из обычного шлама. Данные показали, что по сопротивлению на сжатие во втором опыте 60% клинкера дали цемент марки «500» и 40% — марки «400» и в третьем опыте 80% клинкера дали цемент марки «500» и 20% — марки «400». Однако эти цементы обладали более низким сопротивлением на разрыв, чем обычный цемент. В отдельных случаях пробы лабораторного помола клинкера, взятые во втором опыте обжига клинкера, имели неравномерное изменение объема.

Клинкер отличается более легким весом при хорошей степени обжига, а именно порядка 1430 г/литр при среднем весе 1 литра клинкера, приготовленного из обычного шлама, в 1530 г.

Изменений в производительности цементных мельниц при помоле этого клинкера не наблюдалось.

Несмотря на недостатки, имевшие место в процессе освоения производства, качество цемента, полученного в обоих опытах, значительно выше качества цемента, полученного при употреблении обычного шлама. Был получен цемент марок «400» и «500»; средняя марка цемента — «435», в то время как средняя марка цемента, выпущенного из обычного сырья за первое полугодие 1954 года, составляла «404,7».

Основным недостатком данного вида сырья при существующем в настоящее время оборудовании для обжига является значительное снижение производительности вращающихся печей, уменьшающее выход клинкера примерно на 20%.

Снижение производительности печей обусловлено главным образом увеличенным уносом сырья, достигающим 20—22% на цементном заводе им. Воровского, а на «Пунане Кунда» даже 30%, в то время как унос материала из печей при обычном сырье составляет всего 4—6%. Причиной этого, по мнению О. М. Димента, является более слабая грануляция сырья в печи, обусловленная, по видимому, разрушением гранул в процессе выгорания органического вещества из всей массы сырья и отсутствием в сырье глины, обладающей пластичностью. Другим фактором, снижающим производительность печей, является повышенная на 2—3% влажность «черного» шлама по сравнению с «белым» шламом. Понижению производительности печей способствует также увеличение потерь при прокаливании «черного» шлама по сравнению с «белым» (потери соответственно — 38% и 36%).

Поднять коренным образом производительность печей при работе на «черном» шламе, очевидно, можно путем установления шламовых фильтров для снижения влажности шлама до 18—20% и пылеуловителей типа электрофильтров.

Удельный расход форсуночного топлива на обжиг клинкера снизился примерно на 9—10% за счет частичного использования топлива, содержащегося в коксе «черного» шлама. Данные опытов показали, что около 30—35% теплосодержания кокса используется полезно и около 65—70% теряется в виде окиси углерода и повышенной температуры отходящих газов.

По данным завода им. Воровского, экономия от применения сланцевого кокса в качестве сырьевого компонента для производства портландцемента была следующая:

а) экономия по сырью:

$$75.89 - 45.25 = 30.64 \text{ руб./т цемента,}$$

где 75.89 — стоимость сырья на 1 тонну цемента при обыкновенном сырье, в руб.;

45.25 — стоимость сырья на 1 тонну цемента при использовании сланцевого кокса, в руб.;

30.64 — экономия на 1 тонну цемента, в руб.;

б) экономия по топливу — 5 руб. на 1 тонну цемента. Таким образом общая экономия составляет

$$30.64 + 5 = 35.64 \text{ руб./т цемента.}$$

Необходимо отметить, что при определении экономической эффективности использования сланцевого кокса для производства портландцемента в отчете завода им. Воровского не было отражено влияние всех факторов. Были учтены факторы, оказывающие влияние на снижение себестоимости, но оставлены без внимания факторы, влияющие на повышение себестоимости.

Поскольку при использовании сланцевого кокса для производства портландцемента производительность основных агрегатов (вращающихся печей) снижается на 20%, что, в свою очередь, приводит к снижению объема выпуска продукции, то это может оказать влияние на величину цеховых и общезаводских расходов (на единицу продукции) в сторону их повышения. Также может несколько увеличиться на 1 тонну цемента размер зарплаты основных рабочих, занятых на обжиге клинкера.

При снижении мощности завода на 20% себестоимость 1 тонны цемента может увеличиться примерно:

а) по зарплате основных рабочих:

$$5.22 \times 0,7 \times 0,25 = 0.91 \text{ руб./т цемента,}$$

где 5.22 — зарплата основных рабочих на 1 тонну цемента за 1954 г. при использовании обыкновенного сырья;

0,7 — часть зарплаты по обжигу клинкера;

0,25 — рост зарплаты на единицу продукции в связи с понижением производительности вращающихся печей;

б) по цеховым расходам:

$$42.05 \times 0,66 \times 0,25 = 6.94 \text{ руб./т цемента,}$$

где 42.05 — цеховые расходы на 1 тонну цемента за 1954 г. при использовании обыкновенного сырья;

0,66 — удельный вес условно-постоянных расходов из общей суммы цеховых расходов;

0,25 — рост условно-постоянных расходов на единицу продукции в связи с понижением объема выпуска продукции на 20%;

в) по общезаводским расходам:

$$14.75 \times 0,25 = 3.69 \text{ руб./т,}$$

где 14.75 — общезаводские расходы на 1 тонну цемента за 1954 г. при использовании обыкновенного сырья;

0,25 — рост общезаводских расходов на единицу продукции в связи с понижением объема выпуска продукции на 20%.

Данные о себестоимости 1 тонны портландцемента из сланцевого кокса при учете всех факторов, оказывающих влияние на величину затрат, приведены в табл. 2.

Таблица 2

Себестоимость 1 тонны портландцемента из обыкновенного сырья и сланцевого кокса (в руб.)  
(по материалам завода им. Воровского)

Статьи затрат	Себестоимость портландцемента из обыкновенного сырья за 1954 г.	Изменение себестоимости при использовании сланцевого кокса ( $\pm$ )	Себестоимость портландцемента из сланцевого кокса	
Сырье	75.89	- 30.64	45.25	
Вспомогательные материалы (мельющие тела)	1.71	—	1.71	
Топливо (технологическое)	52.68	-5.00	47.68	
Электроэнергия (технологическая)	14.62	—	14.62	
Зарплата основных рабочих с отчислением на соцстрах	5.22	+0.91	6.13	
Цеховые расходы (включая амортизацию и содержание оборудования)	42.05	+6.94	48.99	
Общезаводские расходы	14.75	+3.69	18.44	
Итого заводская себестоимость	в рублях	206.92	-24.10	182.82
	в процентах	100	-11,7	88,3

Опыты по использованию сланцевого кокса для производства портландцемента на заводе «Пунане Кунда» были проведены Институтом строительства и строительных материалов Академии наук Эстонской ССР совместно с Министерством промышленности строительных материалов Эстонской ССР в 1951 и 1952 годах.

Опыты на заводе «Пунане Кунда» также подтвердили предположение о том, что сланцевый кокс камерных печей может быть использован для производства портландцемента, но в результате повышенной влажности шлама и увеличенного уноса сырья (примерно в 2,7 раза выше обычного) производительность вращающихся печей снижается на 20—25% против производительности печей при использовании обыкновенного сырья. Ввиду того, что теплотехнический режим не был отрегулирован, удельный расход топлива несколько возрос по сравнению с обычным. Учитывая большую продолжительность опыта на заводе им. Воровского, при котором удельный расход топлива несколько снизился, увеличение удельного расхода топлива на заводе «Пунане Кунда» нельзя считать обоснованным.

Взяв за основу методику, примененную при определении экономической эффективности производства портландцемента из сланцевого кокса на заводе им. Воровского, и данные опытов и фактической себестоимости цемента на заводе «Пунане Кунда», можно подсчитать себестоимость портландцемента при использовании сланцевого кокса в качестве сырьевого компонента на последнем заводе (табл. 3).

Как видно из табл. 3, использование сланцевого кокса для производства портландцемента на заводе «Пунане Кунда» при существующей технике не дает экономического эффекта. Себестоимость возрастает на 0.88 руб./т, или на 0,6%, по сравнению с себестоимостью портландцемента из обыкновенного сырья. Экономия по сырьевым затратам (7.44 руб.), получаемая от применения кокса, не покрывает увеличения затрат на единицу продукции по зарплате основных рабочих, цеховым и общезаводским

расходам, обусловленного снижением производительности вращающихся печей и объема выпуска продукции на 20%.

Таблица 3

Себестоимость 1 тонны портландцемента из обычного сырья и из сланцевого кокса  
(в руб.)  
(по материалам завода «Пунане Кунда»)

Статьи затрат	Себестоимость портландцемента из обыкновенного сырья за 1954 г.	Изменение себестоимости при использовании сланцевого кокса (±)	Себестоимость портландцемента из сланцевого кокса	
Материалы, всего	19.93	-7.44	12.49	
в т. ч. известняк	14.00		6.61	
сланцевый кокс	—		5.88	
прочие материалы и добавки	5.93		—	
Мелющие тела	2.30	—	2.30	
Топливо	39.84	-3.58	36.26	
Электроэнергия	32.29	—	32.29	
Зарплата основных рабочих с отчислениями на соцстрах	11.75	+2.52	14.27	
Цеховые расходы (включая амортизацию и содержание оборудования)	34.87	+5.23	40.10	
Общезаводские расходы	16.61	+4.15	20.76	
Итого заводская себестоимость	в рублях	157.59	+0.88	158.47
	в процентах	100	+0,6	100,6

Экономия по материалам рассчитана следующим образом.

Сырьевая шихта — сланцевый кокс и известняк — взяты в соотношении 3 : 2 (без корректирующих добавок).

Количественный расход сырьевых компонентов по отчетным данным за 1954 год на заводе «Пунане Кунда» составил округленно 1400 кг на 1 тонну цемента. При переходе на коксо-известковую шихту в соотношении 3 : 2 удельный расход сланцевого кокса и известняка будет следующий (не учитывая повышения удельного расхода в связи с увеличением уноса):

$$а) \text{ сланцевый кокс} = \frac{1400 \times 3}{5} = 840 \text{ кг,}$$

$$б) \text{ известняк} = \frac{1400 \times 2}{5} = 560 \text{ кг.}$$

То же в денежном выражении:

$$а) \text{ стоимость сланцевого кокса} - 0,84 \times 7 = 5.88 \text{ руб.,}$$

где 0,84 — удельный расход сланцевого кокса на 1 тонну цемента, в т;  
7 — стоимость 1 тонны сланцевого кокса франко завод «Пунане Кунда» (погрузка, доставка по жел. дор. из Кохтла-Ярве и разгрузка), в руб.

$$б) \text{ стоимость известняка} - 0,56 \times 11.80 = 6.61 \text{ руб.,}$$

где 0,56 — удельный расход известняка на 1 тонну цемента, в т;  
11.80 — заготовительная стоимость 1 тонны известняка (фактическая за 1954 г.), в руб.

Итого сырьевые затраты на 1 тонну цемента:

$$5.88 + 6.61 = 12.49 \text{ руб.}$$

Исходя из результатов опытов завода им. Воровского, снижение затрат по технологическому топливу предусматривается в размере 9%, что составляет

$$39.84 \times 0,09 = 3.58 \text{ руб./т.}$$

Рост зарплаты (включая отчисления на социальное страхование) основных рабочих, занятых на обжиге клинкера, на 1 тонну цемента составляет:

$$10.06 \times 0,25 = 2.52 \text{ руб.,}$$

где 10.06 — зарплата основных рабочих по обжигу клинкера на 1 т цемента, в руб.;

0,25 — рост зарплаты на единицу продукции в связи с понижением производительности вращающейся печи.

Рост цеховых расходов на 1 тонну цемента:

$$20.92 \times 0,25 = 5.23 \text{ руб.,}$$

где 20.92 — размер условно-постоянных расходов в сумме цеховых расходов (примерно 60%);

0,25 — рост условно-постоянных расходов на единицу продукции в связи с понижением объема выпуска продукции на 20%.

Рост общезаводских расходов на 1 тонну цемента:

$$16.61 \times 0,25 = 4.15 \text{ руб.,}$$

где 16.61 — сумма общезаводских расходов на 1 т цемента (фактически за 1954 г.);

0,25 — рост общезаводских расходов на единицу продукции в связи с понижением объема выпуска продукции на 20% (вся сумма общезаводских расходов является условно-постоянной).

Применение сланцевого кокса для производства портландцемента на заводе им. Воровского дает значительный экономический эффект (себестоимость цемента снижается на 11,7%), а на заводе «Пунане Кунда» не дает никакого экономического эффекта, несмотря на то, что заготовительная стоимость сланцевого кокса на заводе им. Воровского в два раза выше, чем на заводе «Пунане Кунда».

Это объясняется различием в уровне расходов по заготовке сырья. Завод им. Воровского работает на дальнепривозном известняке. Сырьевые затраты на этом заводе в 1954 году составляли 75.89 руб. на тонну цемента, или 37% от заводской себестоимости. Заготовительные расходы 1 тонны известняка в несколько раз превышали расходы по заготовке 1 тонны сланцевого кокса, доставляемого из Кохтла-Ярве.

На заводе «Пунане Кунда» сырьевые затраты на тонну цемента в 1954 году составляли лишь 19.93 руб., или 12,7% от заводской себестоимости. Завод «Пунане Кунда» в отношении природного сырья находится в исключительно хороших условиях. Величина сырьевых затрат на этом заводе не превышает сырьевых затрат на единицу продукции на крупных передовых цементных заводах СССР (например, завод «Гигант», Белгородский завод и т. д.). Но зарплата основных рабочих, цеховые и общезаводские расходы на единицу продукции, ввиду малой механизации и сравнительно небольшого объема продукции на заводе «Пунане Кунда», в несколько раз превышают эти расходы на крупных и хорошо механизированных цементных заводах СССР.

В приведенном выше сравнительном экономическом анализе не учтена экономия, получаемая на газсланцевом заводе от отпадения затрат на транспортировку кокса по канатной дороге в отвал. Необходимо сопоставить получаемую экономию с дополнительными вложениями, необходимыми для восполнения основных фондов цементного завода с тем, чтобы не допустить снижения пропускной способности завода при переходе на

использование сланцевого кокса. Это можно установить следующими расчетами.

Стоимость промышленных основных средств цементного завода «Пунане Кунда» составляет 28 млн. руб.

Чтобы не допустить снижения пропускной способности завода на 20%, необходимы дополнительные вложения в размере примерно

$$\sqrt{1,25} \times 28 - 28 = 3,3 \text{ млн. руб.}$$

Затраты на транспортировку сланцевых отходов по канатной дороге в отвал в настоящее время составляют около 3 руб./т.

При годовой потребности кокса в 100 тыс. тонн экономия будет составлять

$$100 \times 3 = 300 \text{ тыс. руб. в год.}$$

Дополнительные капитальные вложения окупаются в течение  
 $3300 : 300 = 11$  лет.

Такой длительный срок окупаемости говорит о малой эффективности дополнительных капитальных вложений.

Кроме того, газсланцевый завод не может полностью ликвидировать канатную дорогу, и содержание ее в какой-то мере все же ложится на себестоимость продукции. Поэтому предполагаемая экономия может фактически оказаться значительно меньшей.

В целях более полного изучения вопроса приведем также данные Государственного Всесоюзного института по проектированию и научно-исследовательским работам «Гипроцемент» (г. Ленинград), полученные при проектировании цементного завода в г. Сланцы на базе использования минеральных отходов сланца.

Проектирование цементного завода в г. Сланцы было предусмотрено Постановлением Совета Министров СССР от 8 октября 1954 года. Проектное задание было выполнено институтом «Гипроцемент» в мае 1955 года в двух вариантах: производство цемента по мокрому и сухому способам (табл. 4).

Как видно из приведенных в табл. 4 технико-экономических показателей проекта, при мокром способе использование сланцевого кокса вообще не предусматривается, и последний в качестве сырьевого компонента заменяется сланцевой золой ГГС (шахтных газогенераторов). Использование сланцевого кокса из камерных печей в качестве сырьевого компонента по проекту предусматривается только при сухом способе производства портландцемента.

Институт «Гипроцемент» отказался от использования сланцевого кокса в проекте при мокром способе производства ввиду большого уноса и снижения пропускной способности вращающихся печей, а также из-за того, что содержащееся в сланцевом коксе органическое вещество может в качестве технологического топлива использоваться во вращающихся печах только частично, что не оказывает существенного влияния на экономию технологического топлива.

Как показали опыты Института «Гипроцемент» по использованию сланцевого кокса для производства портландцемента, проведенные в 1955 году в опытной шахтной печи на заводе «Пунане Кунда», содержащееся в коксе тепло может быть полностью использовано в шахтных печах, за счет чего значительно снижается расход технологического топлива. При использовании сланцевого кокса для производства портландцемента в шахтных печах пропускная способность последних снижается незначительно по сравнению с использованием обычного сырья.

При существующем технологическом режиме в шахтных печах использование сланцевого кокса ввиду большего содержания в нем ангидрида

серной кислоты ( $SO_3$ ), снижает качество портландцемента, вследствие чего цемент не соответствует требованиям ГОСТ. Минеральная часть горючего сланца содержит от 3 до 6%  $SO_3$ , в то время как содержание последнего в цементе не должно превышать 2,5%. Это ставит под серьезное сомнение использование минеральных сланцевых отходов для производства портландцемента в шахтных печах. Институт «Гипроцемент» в настоящее время занимается разработкой нового технологического режима, обеспечивающего выжиг  $SO_3$  из минеральной части сланца в шахтных печах. При положительном решении этого вопроса сланцевый кокс может быть эффективно использован в шахтных печах для производства портландцемента.

Таблица 4

Технико-экономические показатели проекта  
цементного завода в г. Сланцы

Показатели	Варианты	
	мокрый способ	сухой способ
Состав сырья, %		
а) известняк	55	42
б) сланцевая зола ГГС (газогенераторная)	38	17
в) сланцевый кокс камерных печей	—	35
г) прочие добавки	7	6
Расход электроэнергии на 1 т цемента, квтч	77,6	82,3
Расход условного топлива на 1 т клинкера, т	0,205	0,160
Себестоимость 1 т цемента, руб.		
а) сырье	15.10	15.36
б) вспомогательные материалы (мельющие тела)	3.20	1.95
в) топливо (технологическое)	19.66	14.04
г) электроэнергия (технологическая)	11.40	12.09
д) зарплата основных рабочих с отчислениями на соцстрах	1.41	2.24
е) цеховые расходы (включая амортизацию и содержание оборудования)	22.26	19.17
ж) общезаводские расходы	2.87	3.07
Всего заводская себестоимость, руб.	75.90*	67.92*
Себестоимость 1 т цемента в пересчете на марку «400», руб.	65.00	68.00

\* Столь низкая себестоимость продукции в основном обусловлена полной механизацией производства и большим объемом выпуска продукции (в 8 раз больше существующей мощности завода «Пунане Кунда») и соответствует примерно уровню себестоимости передовых заводов, работающих на обычном сырье.

При использовании сланцевого кокса во вращающихся печах  $SO_3$  в основном выгорает, и получающийся портландцемент соответствует стандарту. Но при сравнении шахтных печей с вращающимися печами необходимо учесть еще то обстоятельство, что в шахтных печах обжиг клинкера происходит менее равномерно, чем во вращающихся печах, и поэтому в первых цемент получается более низкого качества (марки «300—350»).

Учитывая все вышеизложенное, можно заключить, что в настоящее время вопрос использования сланцевого кокса для производства портландцемента нельзя считать окончательно решенным. Использование сланцевого кокса во вращающихся печах до сих пор не дало ожидаемого экономического эффекта, а использование его в шахтных печах требует дальнейшего совершенствования технологии, с тем чтобы обеспечить получение цемента, отвечающего стандартам.

## Выводы

1. Сланцевый кокс может быть использован в качестве сырьевого компонента для производства портландцемента во вращающихся печах. При этом получается цемент марки «400»—«500» и достигается экономия по сырьевым затратам в размере 37—38%.

При соблюдении соответствующего теплотехнического режима можно несколько снизить и затраты на технологическое топливо за счет частичного использования теплотворности сланцевого кокса.

Основным недостатком применения сланцевого кокса во вращающихся печах является значительное снижение производительности печей.

Использование сланцевого кокса для производства портландцемента во вращающихся печах в условиях действующего технологического режима и при наличии хорошего природного сырья, как, например, это имеет место на заводе «Пунане Кунда», в народнохозяйственном отношении не является целесообразным.

2. Опытами Института «Гипроцемент» доказана принципиальная возможность применения сланцевого кокса в качестве сырьевого компонента для производства портландцемента в шахтных печах.

Положительной стороной использования сланцевого кокса в шахтных печах является: возможность полного использования теплотворности органического вещества, содержащегося в коксе, за счет чего значительно снижается расход технологического топлива; незначительное снижение пропускной способности шахтных печей по сравнению с таковой при использовании обычного сырья.

Отрицательной стороной является высокое содержание ангидрида серной кислоты ( $SO_3$ ), который при данном технологическом режиме не выгорает, вследствие чего получаемый цемент не соответствует стандарту.

Эти опыты необходимо продолжить и изыскать пути усовершенствования технологического процесса как во вращающихся печах (в целях снижения уноса), так и в шахтных печах (в целях снижения  $SO_3$  в цементе).

3. Использование сланцевого кокса заводом «Пунане Кунда» в настоящее время является нецелесообразным, так как Эстонская ССР располагает хорошими природными сырьевыми ресурсами (в северной части Эстонской ССР сосредоточены высококачественные сырьевые компоненты — мергель, известняк, глина) и при использовании обычного сырья мы располагаем надежным технологическим режимом, обеспечивающим получение высококачественного цемента.

*Институт экономики  
Академии наук Эстонской ССР*

Поступила в редакцию  
21 VI 1956

### KAMBERAHJUDEST SAADAVA PÕLEVKIVIKOKSI PORTLANDTSEMENDI TOOTMISEKS KASUTAMISE MAJANDUSLIK EFEKTIIVSUS

**E. Kull,**  
majandusteaduste kandidaat

#### *Resümee*

Tsemenditehases „Punane Kunda” ja Leningradis Vorovski-nimelises tsemenditehases teostatud katsed näitasid, et kamberahjudest saadav põlevkivikoks võib leida kasutamist tooraine komponendina portlandtsemendi (margiga „400”—„500”) tootmisel pöördahjudes. Selgus, et põlevkivikoksi kasutamisel on võimalik vähendada kulutusi toorainele 37—38% ja tehnoloogilisele kütusele 9—10%.

Põhiliseks puuduseks põlevkivikoksi kasutamisel on asjaolu, et pöördahjude tootlikkus langeb keskmiselt 20%, mis põhjustab põhitööliste töötasu ja kaudsete kulude tõusu 20% võrra.

Analüütilised arvutused näitavad, et põlevkivikoksi kasutamine Vorovski-nimelise tsemenditehase tingimustes alandab tsemendi omahinda 11,7%; tsemenditehase „Punane Kunda” tingimustes aga tõuseb omahind 0,6% võrra, võrreldes harilikust toorainest valmistatud portlandtsemendi omahinnaga. Vastupidine majanduslik efektiivsus on tingitud sellest, et Vorovski-nimeline tehase veab lubjakivi mitmesaja kilomeetri kauguselt ning seetõttu tuleb tooraine talle märksa kallimana kätte.

Juba väljakujunenud tehnoloogilise režiimi ja seadmete konstruktsiooni puhul ning lähedalasuva loodusliku tooraine olemasolu korral, nagu see on tsemenditehasel „Punane Kunda”, ei saa põlevkivikoksi kasutamist pöördahjudes portlandtsemendi tootmiseks lugeda majanduslikult põhjendatuks ning otstarbekohaseks, sest

a) toodangu omahinnas ei saavutata märkimisväärset alanemist ja

b) tehase läbilaskevõime langeb ning samade kapitaalmahutuste juures saab rahvamajandus 20% võrra vähem toodangut.

Põlevkivikoksi kasutamist portlandtsemendi tootmiseks šahtahjudes katsetas Üleliiduline Projekteerimise ja Teadusliku Uurimise Instituut „Giprotsement”. Katsed tõestasid, et ka šahtahjudes on võimalik toota põlevkivikoksisest portlandtsementi. Ühtlasi selgus, et sel puhul kasutati täielikult ära koksis oleva orgaanilise aine soojusesisaldavus, mille tagajärjel tunduvalt alanes tehnoloogilise kütuse kulu.

Šahtahjudes piirab aga esialgu põlevkivikoksi kasutamist selle rohke väävliühendite ( $SO_3$ ) sisaldus, mille tagajärjel saadud portlandtsement ei vasta standardile.

Käesoleval ajal ei saa põlevkivikoksi kasutamise küsimust portlandtsemendi tootmiseks lugeda kogu ulatuses lahendatuks nii tehnoloogilisest kui ka majanduslikust seisukohast vaadates. On tarvis jätkata katseid ja otsida teid põlevkivikoksisest tsemendi tootmise tehnoloogia täiustamiseks. Eelkõige tuleks vähendada toorainete lendumist ning tõsta ahjude tootlikkust. Ühtlasi on tarvis vähendada väävliühendite ( $SO_3$ ) sisaldust põlevkivikoksis ja täiustada šahtahjude tehnoloogilist protsessi, mis tagaks standardse portlandtsemendi saamise.

*Eesti NSV Teaduste Akadeemia  
Majanduse Instituut*

Saabus toimetusse  
21. VI 1956

## ECONOMIC EFFICIENCY OF USING CHAMBER OVEN OIL SHALE COKE FOR THE MANUFACTURE OF PORTLAND CEMENT

E. Kull

### *Summary*

The tests carried out at the „Punane Kunda” and at the Leningrad „Vorovski” cement works have proved that oil shale coke represents a raw material that can be used as raw-material constituent at the production of Portland cement (marked „400”—„500”) in rotating cement kilns. The tests have proved that in using oil shale coke for the above-mentioned purpose it is possible to reduce by 37—38% the expenses for raw material and by 9—10% those for technological fuel. A substantial disadvantage is, however, an average 20% decrease of the productivity of rotating kilns, which causes an increase of wages of basic workers and of indirect expenses also by 20%.

The results of the tests show that the use of oil shale coke for the manufacture of Portland cement is economically justifiable in cases when natural raw material is not obtainable on the spot. But if there is plenty of it, as at „Punane Kunda”, final calculations show no economic effect.

The use of oil shale coke in shaft-kilns for the production of Portland cement was tested by the All-Union Institute of Projecting and Scientific Research „Giprotsement”. The tests have proved that it is possible to manufacture Portland cement in shaft-kilns. A positive feature was the complete utilization of the calorific content of organic matter contained in the coke, which considerably reduced the expenses for technological fuel. However, the use of oil shale coke in shaft-kilns is as yet limited by a high content of sulphur combinations ( $SO_3$ ), owing to which the Portland cement does not correspond to the standard requirements.

The problem of using oil shale coke for the manufacture of Portland cement cannot yet be considered as completely solved neither from the technological nor from the economic point of view. It is necessary to continue the tests and look for ways of improving the technology of cement production from oil shale coke and of making it more economical. First of all it is necessary to diminish the volatility of raw materials and to increase the productivity of the kilns. At the same time the content in oil shale coke of sulphur combinations ( $\text{SO}_3$ ) should be reduced and the technological process in shaft-kilns should be improved, which would insure the manufacture of standard Portland cement.

*Academy of Sciences of the Estonian SSR,  
Institute of Economics*

Received  
June 21, 1956