

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Институт электронного обучения
Направление подготовки Химическая технология тугоплавких неметаллических и
силикатных материалов
Кафедра технологии силикатов и наноматериалов

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проект реконструкции сырьевого цеха ООО «Топкинский цемент». Сырьевая мельница

УДК 621.926.5.004.68:666.94.013(571.17)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4Г12	Волкова Екатерина Викторовна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Митина Н.А.	К.т.н		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Тухфатулина Л.Р.	Канд.филос.наук		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Федорчук Ю.М.	Д.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доктор	Погребенков В. М.	К.т.н.		

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Институт электронного обучения

Направление подготовки (специальность) Химическая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов

Кафедра технологии силикатов и наноматериалов

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

Погребенков В.М.
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3-4Г12	Волковой Екатерине Викторовне

Тема работы:

Проект реконструкции сырьевого цеха ООО «Топкинский цемент». Сырьевая мельница	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	16.03.2016 г. №2002/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Объекта исследования является, реконструкция сырьевого цеха ООО «Топкинского цемента». Производительность предприятия по цементу 3700000 т/год. Производство: непрерывное, круглогодичное. Сырьевые материалы: известняк, глина, трифолин.
---------------------------------	--

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Рассмотрение особенностей тонкого измельчения материалов в трубных мельницах. Изучение физико-химических основы измельчения сырьевых компонентов. Выполнение расчетов сырьевой смеси, материального баланса и механического расчета мельницы. Разработка мероприятий по защите окружающей среды. Анализ экономической эффективности реконструкции цеха.
Перечень графического материала	1.Технологическая схема производства портландцемента ООО «Топкинский цемент» 2.Сырьевая мельница 3,2х15 м. 3.План цеха «Сырьевой»
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Социальная ответственность	Федорчук Ю.М.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Тухватулина Л.Р.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Митина Н.А.	К.т.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4Г12	Волкова Екатерина Викторовна		

**ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ
ПО ООП 18.03.01 (240100) ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ**

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС ВПО, критериев и/или заинтересованных сторон
<i>Профессиональные компетенции</i>		
P1	Применять базовые и специальные, математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания в профессиональной деятельности	Требования ФГОС (ПК-1,2,3,19,20), Критерий 5 АИОР (п.1.1)
P2	Применять знания в области современных химических технологий для решения производственных задач	Требования ФГОС (ПК-7,11,17,18, ОК-8), Критерий 5 АИОР (пп.1.1,1.2)
P3	Ставить и решать задачи производственного анализа, связанные с созданием и переработкой материалов с использованием моделирования объектов и процессов химической технологии	Требования ФГОС (ПК-1,5,8,9, ОК-2,3), Критерий 5 АИОР (пп.1.2)
P4	Разрабатывать технологические процессы, проектировать и использовать новое оборудование химической технологии	Требования ФГОС (ПК-11,26,27,28), Критерий 5 АИОР (п.1.3)
P5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования в области современных химических технологий	Требования ФГОС (ПК-4,21,22,23,24,25, ОК-4,6), Критерий 5 АИОР (п.1.4)
P6	Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современное высокотехнологичное оборудование, обеспечивать его высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда на химико-технологическом производстве, выполнять требования по защите окружающей среды.	Требования ФГОС (ПК-6,10,12,13,14,15, 16 ОК-6,13,15), Критерий 5 АИОР (п.1.5)
<i>Общекультурные компетенции</i>		
P7	Демонстрировать знания социальных, этических и культурных аспектов профессиональной деятельности.	Требования ФГОС (ОК-5,9,10,11), Критерий 5 АИОР (пп.2.4,2.5)
P8	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности.	Требования ФГОС (ОК-1,2,7,8,12), Критерий 5 АИОР (2.6)
P9	<i>Активно владеть иностранным языком</i> на уровне, позволяющем разрабатывать документацию, презентовать результаты профессиональной деятельности.	Требования ФГОС (ОК-14), Критерий 5 АИОР (п.2.2)
P10	Эффективно работать индивидуально и в коллективе, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации.	Требования ФГОС (ОК-3,4), Критерий 5 АИОР (пп.1.6, 2.3)

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа _____ 140 _____ с., _____ 15 _____ рис., _____ 50 _____ табл.,
_____ 15 _____ источников, _____ 2 _____ прил.

Ключевые слова: _____ мельница, реконструкция, цех, сырье, цикл _____

Объектом исследования является (ются) _____ Реконструкция сырьевого цеха ООО
«Топкинский цемент» _____

Цель работы – _____ Увеличение производительности цеха _____

В процессе исследования проводились _____ расчеты сырьевой смеси, материального
баланса, механический расчет мельницы, экономический расчет реконструкции цеха _____

В результате исследования _____ были изучены особенности помола сырьевой смеси,
рассмотрены сырьевые материалы для приготовления сырьевой смеси, разработаны
безопасные методы работы, охрана окружающей среды _____

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные
характеристики: _____ перенос межкамерной перегородки сырьевой мельницы 3,2*15 м _____

Степень внедрения: _____ средняя _____

Область применения: _____ заводы по производству цемента, работающих по
мокрому способу _____

Экономическая эффективность/значимость работы _____ данная работа направлена на
снижение себестоимости одной тонны шлама, проект реконструкции цеха является
экономически эффективным _____

В будущем планируется _____ внедрение технологии на предприятия по производству
цемента _____

Определения

Портландцемент-гидравлическое вяжущее вещество, полученное путем совместного помола клинкера, гипса и добавок.

Клинкер- продукт в виде гранул (10-60 мм), полученный путем обжига до спекания сырьевой смеси и содержащий силикаты кальция.

Обжиг- высокотемпературная термическая обработка материалов или изделий с целью изменения их фазового и химического состава и повышения прочности и плотности, снижение пористости.

Гидравлические добавки- природные или искусственные материалы, используемые в качестве примесей к вяжущим материалам, усиливающие их способность затвердеть под водой.

Коэффициент насыщения (КН)- характеризует неполноту насыщения кремнезема оксидом кальция в процессе клинкерообразования.

Сырьевой шлам- дисперсная система, состоящая из твердой дисперсной фазы и жидкой дисперсионной среды.

Содержание

Введение.....	9
1.Общая часть.....	12
1.1 Техничко-экономическое обоснование реконструкции цеха «Сырьевой»...	12
1.2 Особенности помола сырьевой смеси в замкнутом цикле. Физико-химические основы.....	13
2.Технологическая часть.....	19
2.1 Сырьевые материалы для приготовления сырьевой смеси.....	19
2.2 Ассортимент и требования к готовой продукции.....	23
2.3 Технологический контроль.....	27
2.4 Технологическая схема производства.....	28
3.Расчетная часть.....	32
3.1 Расчет сырьевой смеси.....	32
3.2 Расчет материального баланса.....	41
3.3 Обоснование выбора, краткая характеристика основного и вспомогательного оборудования до и после реконструкции.....	56
4.Специальная часть.....	61
4.1 Расчет основных параметров мельницы.....	61
4.2 Механический расчет сырьевой мельницы 3,2х15 м.....	63
5.Автоматизация технологического процесса.....	90
6.Строительная часть.....	93
7.Социальная ответственность.....	97
7.1 Производственная санитария.....	97
7.1.1 Метеорологические условия производственной среды.....	99
7.1.2 Защита от шума и вибрации.....	100
7.1.3 Освещение производственных помещений.....	102
7.2 Безопасность технологического процесса.....	107
7.3 Электробезопасность.....	108
7.4 Пожарная безопасность.....	110
7.5 Экологическая безопасность.....	111
7.6 Чрезвычайные ситуации.....	112
7.7 Нормативно-техническая документация.....	113
8.Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение...	116
8.1 Экономические показатели предприятия.....	116
8.2 Расчет материальных затрат.....	119
8.3 Калькуляция себестоимости продукции.....	129
8.4 Расчет цены продукции.....	131
8.5 Анализ безубыточности.....	131
8.6 Анализ экономической эффективности реконструкции цеха.....	133
8.7 Техничко-экономические показатели проекта.....	134
Заключение.....	136
Список литературы.....	137

Приложение №1 Схема замкнутого цикла цеха «Сырьевой».....	139
Приложение №2 Схема работы сырьевой мельницы №2 после реконструкции.....	140

Введение

Цемент играет немаловажную роль в современном мире. Строительство зданий, новых дорог, мостов и многих других сооружений без цемента было бы невозможно. Конечно, в последние годы было разработано большое количество новых технологий в строительстве, но равноценно заменить цемент нельзя.

Цемент используется для изготовления бетонов и железобетонных конструкций, которые в свою очередь являются основными строительными материалами. При всей своей широте применения, цемент является универсальным и недорогим материалом.

Для производства цемента используют такие материалы, как: глины, мергели, известняки, мел, вода, гипс, шлак. Все эти материалы очень широко распространены и требуют небольших затрат.

Для строительства цементных заводов нужно рассматривать два наиболее важных фактора:

- потребительский,
- сырьевой.

Потребительский выражает наличие рынка сбыта продукции, крупных городов. Однако необходимо учитывать наличие сырьевой базы. Так как без качественного природного сырья, даже имея надежных, крупных потребителей, смысла строить завод нет.

В России цементная промышленность обладает значительной конкурентоспособностью.

Производство цемента мокрым способом, занимает большую часть всего цементного производства России. На сегодняшний день предприятий, работающих по «мокрому» способу, 74%. В большей степени это связано с тем, что сырье, применяемое на производстве, имеет высокую естественную влажность. В России количество заводов, работающих «сухим» способом

всего 26%, что намного меньше по сравнению с Америкой и Западной Европой (67% и 81%).

Если оценивать состояние цементной промышленности России, то можно отметить, что основная часть предприятий перешла в собственность корпораций, холдингов (в том числе и зарубежных). Большинство предприятий не имеют средств на обновление оборудования, это связано с высокой себестоимостью продукции, а также с низкой рентабельностью (средний показатель 11,9%).

По последним данным, производство цемента пошло на спад. Так в первом квартале 2016 года снизился объем строительных работ на 1,6%. По сравнению с 2015 годом, строительство жилых помещений снизилось на 16,1%. Снижение уровня строительных работ влечет за собой уменьшение производства бетонных, железобетонных конструкций и изделий, в следствие чего снижение производства цемента.

Цементной промышленности необходима поддержка государства в решении многих проблем. Незначительные перебои (внеплановые отключения) в подачи электроэнергии, газа, несвоевременная доставка сырьевых компонентов железнодорожным транспортом, может привести к материальному ущербу.

Для дальнейшего развития цементной промышленности необходимо произвести техническое перевооружение и реконструкция производств, так как большое количество технологических линий заводов России работают более 50 лет. А также введение новых, менее затратных, но в тоже время эффективных технологий.

Сократить расход электроэнергии и увеличить качество цемента, позволит применение технологии помола сырья и цемента в замкнутом цикле. Также позволит сократить расход топлива на обжиг сырьевой смеси (при мокром производстве) снижения влажность шлама. Снизить влажность можно применением разжижителей, а также увеличением тонкости помола сырьевой смеси.

В данном проекте будет рассмотрена технология помола экстремально грубого шлама. Для чего необходимо модернизировать сырьевую мельницу. Производительность цеха увеличится, уменьшатся энергозатраты и снизится себестоимость готовой продукции.

1 Общая часть

1.1 Техничко-экономическое обоснование реконструкции цеха «Сырьевой»

Проектируя завод по производству цемента, необходимо определить наличие сырьевой базы вблизи планируемого места строительства. Это необходимо для уменьшения затрат на транспортировку сырья.

ООО «Топкинский цемент» расположен в городе Топки Кемеровской области.

Сырьевой базой завода является Соломенское месторождение карбонатного (известняк) и глинистого сырья. Добыча сырья ведется открытым способом.

Предприятие использует железосодержащие отходы производства (трифолин) в качестве корректирующих добавок.

В качестве топлива используют природный газ ООО «Кузбассрегионгаз».

В качестве гидравлической добавки используется гранулированный шлак, поставляемый ОАО «Финнарт Сиб», г. Новокузнецк.

В качестве регулятора сроков схватывания цемента применяется гипсовый камень ОАО «Ергач», ст. Ергач Пермской области и ОАО «Нукутский гипсовый карьер», п. Новонукутский Иркутской области.

Энергоснабжение предприятия предусмотрено от системы ОАО «Кузбассэнерго».

Сжатый воздух поступает из собственной компрессорной.

Для отгрузки готовой продукции имеется железнодорожная связь завода с узлом станции Топки.

В цехе «Сырьевой» установлено 9 сырьевых мельниц, средняя производительность которых составляет 85 т сырьевого шлама/час. Исходя из

графика технического обслуживания и ремонта, эффективное время работы оборудования 7410 ч/год. Тогда истинная производительность цеха составит:

$$9 \cdot 85 \cdot 7410 = 5668650 \text{ т/год.}$$

Согласно материального баланса, потребность в шламе 5 вращающихся печей составляет 6125006,2 т шлама/год, что не соответствует истинной производительности.

Для того чтобы обеспечить бесперебойную работу 5 печей цеха «Обжиг», принято решение реконструировать сырьевую мельницу № 2, для помола экспериментально грубого шлама. Помол будет идти в замкнутом цикле.

Производительность мельницы увеличится до 144 т/ч, а производительность всего цеха увеличится до 92 т/ч. Годовая производительность цеха составит 6135480 тонн, что позволит обеспечить непрерывную работу цеха «Обжиг».

1.2 Особенности помола сырьевой смеси в замкнутом цикле. Физико-химические основы.

Для помола сырьевых материалов применяют разные схемы измельчения. Рассмотрим схему помола сырья мокрым способом в двухкамерных мельницах, работающих по замкнутому циклу.

Измельчение твердых пород в мельницах, содержит большое количество переизмельченных частиц. Это можно объяснить тем, что сырье измельчаемое в первой камере, уже содержит частицы заданной тонкости. Эти же частицы во вторую камеру, где и происходит переизмельчение, что приводит к снижению эффективности процесса помола. Чтобы избежать перемалывания частиц, устанавливают специальные классифицирующие устройства.

Установка таких устройств обеспечивает удаление крупных зерен из шлама, которые возвращаются в мельницу для доизмельчения. В этом суть замкнутого цикла.

Затраты энергии на измельчение материала, до определенного размера частиц, зависит не только от размера и формы поступающего на измельчение материала, но и от таких факторов: прочности, хрупкости, влажности, расположения кусков материала относительно друг друга, влажности, а также от состояния рабочей поверхности агрегата.

Различают два режима работы мельницы:

- каскадный (небольшая скорость вращения),
- водопадный (большая скорость вращения).

Рассмотрим оба режима. При каскадном режиме работы мельницы, измельчение происходит за счет раздавливающих и истирающих сил, то есть мелющие тела перекатываются по мере вращения барабана мельницы. Мелющие тела скользят друг подругу, тем самым измельчая (истирая) находящийся между ними материал. Доля, работы затраченная на истирание не велика 1,5-2%. [6]

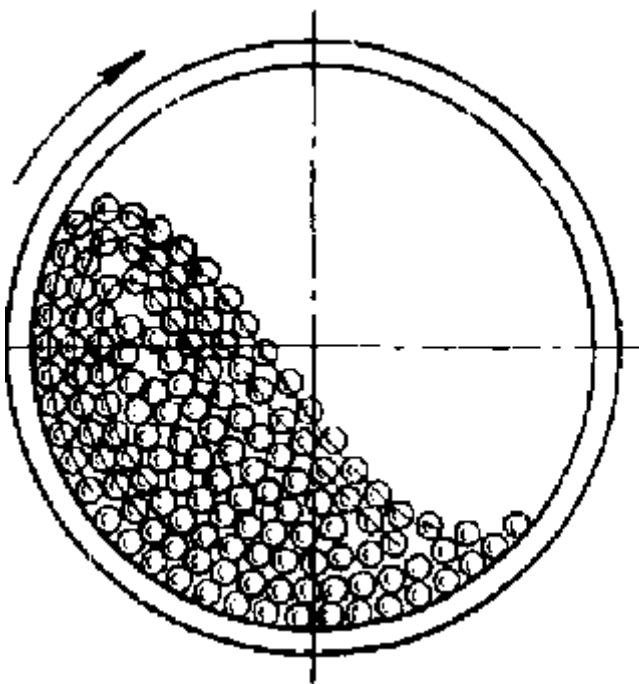


Рисунок 1– Каскадный режим работы мельницы

При водопадном режиме, мелящие тела (шары) поднимаются, за счет вращения корпуса мельницы, до точки отрыва и под действием сил инерции, еще какое-то время, двигаются вверх, после падают в низ к точке падения. Так происходит измельчение материала ударом свободно падающих мелящих тел.

Часть мелящих тел не отрывается, а только скользит и перекачивается по поверхности корпуса и материал находится на поверхности этих шаров. Шары при падении, не касаются друг друга, вся сила затрачивается на дробление материала ударом о шары, лежащие на поверхности.

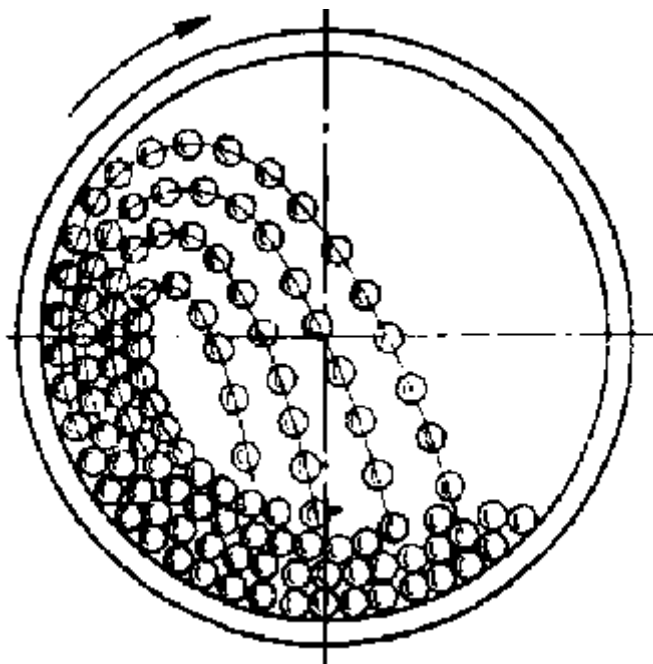


Рисунок 2– Водопадный режим работы мельницы

Можно сделать вывод, что при водопадном режиме одна часть мелящих тел работает на удар, а вторая- перекатом. Такой режим можно назвать- «смешанным», он характерен для большинства агрегатов цементных заводов.[6]

Энергоемкость процесса измельчения исследуется давно.

Первым выдвинул гипотезу о том, что работа, расходуемая на измельчение материала, пропорциональна вновь образованной поверхности, профессор П. Риттингер (1867 год): [6]

$$A = K\Delta F, \quad (1.1)$$

где K – коэффициент пропорциональности;

ΔF – приращение поверхности.

Позже эту гипотезу называли первым законом поверхностей.

Размер образовавшейся поверхности, выражается через начальные и конечные размеры дробильного материала. Когда дроблению подвержено Q (м^3) материала, средний размер кусков $D_{\text{ср}}$, тогда формулу Риттингера можно записать в следующем виде:

$$A = K_R(i-1) \times Q / D_{\text{ср}}. \quad (1.2)$$

Коэффициент пропорциональности K_R между затраченной работой и вновь открытой поверхностью определить очень трудно, и это уменьшает значение приведенной выше формулы. [6]

Второй - закон объемов был открыт профессором Ф.Киком (1885 год). Опираясь на формулу теории упругости, работа деформации равна:

$$\bar{A} = \sigma_{\text{сж}}^2 V / (2E), \quad (1.3)$$

где $\sigma_{\text{сж}}$ – напряжение, возникающее при деформации;

V – объем деформируемого тела;

E – модуль упругости,

была выдвинута теория в которой говорится, что «энергия для одинакового изменения формы геометрически подобных и однородных тел, пропорциональна объемам или массам этих тел». [6]

Как выяснилось позже, профессор В. Л. Кирпичев уже предлагал эту формулу в 1874 году, опираясь на общий закон подобия. В связи с чем второй закон был назван законом Кирпичева-Кика.

По закону Кирпичева-Кика, работа дробления одного куска размером D будет:

$$A = K_2 D^3, \quad (1.4)$$

где K_2 – коэффициент пропорциональности. [6]

Когда на дробление поступает Q (кг) материала с величиной кусков D_{cp} , то получим следующие уравнение:

$$A = K_K \times Q \lg \frac{D_{cp}}{d_{cp}}, \text{ (Закон Кирпичева-Кика).} \quad (1.5)$$

Академик П. Ребиндер (1940 год) предложил формулу расхода энергии при измельчении, в которой суммируются работы, затрачиваемые на деформацию разрушаемых кусков и на образование поверхностей:

$$A = K \Delta V + \sigma \Delta F, \quad (1.6)$$

где K , σ - коэффициенты пропорциональности;

ΔV – деформированный объем;

ΔF – вновь образованная поверхность.

Формула П. Ребиндера не широкого распространения не получила, так как не было надежных рекомендаций для выбора коэффициентов пропорциональности для определенных случаев. [6]

Третий закон измельчения был выдвинут Ф. Бондом (1949 год). Основываясь на данной гипотезе элементарная работа, затраченная при дроблении, пропорциональна приращению среднегеометрического между объемом и вновь обнаженной поверхностью:

$$dA = K_B d(\sqrt{VF}), \quad (1.7)$$

где K_B – коэффициент пропорциональности.

Рассмотренные выше гипотезы не следует рассматривать как законы, потому что практического подтверждения процесса измельчения так и не было. [6]

