

ДЕМИДОВ АРТЕМ НИКОЛАЕВИЧ

**Изготовление пенобетона с использованием инновационной
дизинтеграторной технологии**

6N0730 – Производство строительных материалов, изделий и конструкций

Автореферат
диссертации на соискание академической
магистра технических наук

Республика Казахстан
г. Усть-Каменогорск, 2011 г.

Работа выполнена в Восточно-Казахстанском государственном техническом университете имени Д.Серикбаева

Научный руководитель: кандидат технических наук, профессор,
старший научный сотрудник Родин А.Н.

Официальный оппонент: исполнительный директор ТОО «Бергштайн»
Зинченко А.Н.

Защита состоится « 22 » июня 2011 года в _____ ч. на заседании диссертационного совета по специальности 6N0730 – «Производство строительных материалов, изделий и конструкций» в Восточно-Казахстанском государственном техническом университете имени Д. Серикбаева по адресу:
074000, г. Усть-Каменогорск, ул. Шолохова, 49

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Восточно-Казахстанского государственного технического университета имени Д. Серикбаева

Ученый секретарь
диссертационного совета

Галкина Д.К.

ВВЕДЕНИЕ

Объем и структура диссертации.

Диссертация изложена на 81 странице. Диссертация иллюстрирована 14 рисунками, количество таблиц в диссертации - 37. Диссертация состоит из введения, основной части, содержащей 5 глав, заключения, списка использованных источников из 14 пунктов.

Перечень ключевых слов.

Пенобетон, дезинтегратор, воздушный классификатор, резательная технология, активация цемента, сухая минерализация.

Актуальность исследования.

Пенобетон, по сравнению с классическими строительными материалами, обладает целым рядом преимуществ, но один недостаток всё-таки имеется. Это – стоимость изделий. Дело в том, что из-за высокого водоцементного отношения расход цемента на 1м^3 пенобетона превышает 400 кг. Цемент является самым дорогим компонентом пенобетона, расход цемента имеет максимальное влияние на стоимость. В условиях рыночных отношений этот показатель как никогда важен, поэтому актуальность проблемы снижения расхода цемента при производстве пенобетона крайне высока.

Цель исследования.

Целью данной магистерской работы является разработка технологии изготовления пенобетона с использованием инновационной дезинтеграторной технологии.

Объект и предмет исследования.

Объектом исследования является технология приготовления пенобетона.

В качестве предмета исследования определен состав пенобетонной смеси и подобрано технологическое оборудование.

Методы исследования.

Метод исследований комплексный, включающий анализ и научное обобщение научно-технической информации, лабораторные исследования.

Полученные результаты.

Проведен анализ качества материала, получаемого методом помола и методом дезинтеграции. Это дало возможность практически подтвердить теоретический обоснованный способ измельчения.

Изучены свойства дезинтегрированного цемента.

Проведен подбор состава пенобетонной смеси на основании дезинтегрированного цемента. Выявлена реальная экономия цемента по сравнению с применением обычного цемента. Просчитан экономический эффект инновации.

Проведен подбор технологического оборудования для изготовления пенобетона с использованием инновационной дезинтеграторной технологии. Осуществлен расчет рентабельности применяемой технологии.

Научное и практическое значение.

Научное и практическое значение работы состоит в возможности получения современного строительного материала со значительным снижением себестоимости. Подбранное технологическое оборудование значительно упрощает процесс внедрения в существующие производства. Произведенное экономическое обоснование позволяет на основе реальных результатов убедиться в эффективности предложенной технологии.

Сведения о публикациях

По теме диссертации опубликованы 2 научные статьи.

Содержание работы

Во введении проведен анализ текущего состояния строительной отрасли. Выявлена необходимость строительства нового жилья по причине окончания нормативного срока службы жилых зданий в ближайшее время. Обоснована невозможность внедрения методики точечной застройки ввиду массового износа инженерных сетей. Рассмотрены различные западные технологии строительства, обоснована невозможность их применения ввиду резко континентального климата. Описаны преимущества пенобетона как строительного материала, а также причины низкого качества материала, имеющегося на строительном рынке. Рассмотрены пути выходы из сложившейся ситуации и определены технологические методы. Среди технологических методов наиболее эффективным является метод сокращения расхода цемента путем увеличения его активности, иными словами – домола.

В первой части «Теоретическая часть» представлены теоретические основы технологии дезинтеграции. Рассмотрены причины необходимости дезинтеграции, основная из которых – высокая стоимость цемента ПЦ500Д0, необходимого для производства пенобетона. Вследствие этого необходимо улучшать качество имеющегося в изобилии цемента марки ПЦ400Д20. Далее рассмотрены технические стороны активации портландцемента. Произведено сравнение различных помольных агрегатов, таких как шаровая мельница, вибрационная мельница и дезинтегратор с точки зрения энергозатрат и эффективности помола. Основываясь на результатах сравнения, произведен выбор наиболее эффективный метод активации портландцемента – дезинтеграция. Ввиду разнообразного гранулометрического состава исходного сырья обоснована необходимость внедрения дополнительного оборудования – воздушного классификатора, которое позволит не допустить переизмельчения или же, наоборот, недостаточное измельчение материала. Метод получил название выборочной дезинтеграции. Рассмотрено влияние зернового состав на основные свойства цемента и возможность корректировки его свойств за счет корректировки зернового состава. Помимо энергоэффективности выбранного метода, дезинтегратор позволяет получать частицы условно кубовидной формы. Помольные агрегаты, использующие другую модель разрушения, производят частицы шарообразной формы. Как известно, площадь шара примерно в половину меньше площади куба. Таким образом, удельная поверхность получаемого методом дезинтеграции цемента значительно больше при одинаковом проходе через сито. Смешивание цементных фракций, является заключительной технологической операцией метода выборочной дезинтеграторной активации.

Во второй части «Экспериментальная часть» произведено практическое подтверждение теоретических данных.

Измельчение цемента на разных помольных агрегатах показало следующие результаты по удельной поверхности (таблица 1).

Таблица 1 – Сравнение результатов помола.

Длительность помола, сек.	Вибрационная мельница, см ² /г	Дезинтегратор, см ² /г
30	3 150	3 200
40	3 300	3 450
50	3 470	3 650
60	3 640	3 980
70	3 800	4 150
80	3 980	4 350
90	4 050	4 500

Основываясь на представленных в таблице данных можно сделать вывод о том, что эффективность дезинтегратора на 20% выше эффективности вибрационной мельнице при аналогичных энергозатратах.

Далее произведен ряд экспериментов для определения оптимальных параметров измельчения.

Финальным этапом экспериментальной части явилась разработка рецептуры производства пенобетона, представленная в таблице 2.

Таблица 2 – Состав пенобетонной смеси с применением дезинтегрированного цемента.

Показатель	D400		D800		D1200	
	А	В	А	В	А	В
Песок, кг/ м ³	--	--	420	430	780	800
Цемент, кг/ м ³	300	260	320	275	360	300
Вода в растворе, кг/ м ³	110	100	120	105	140	120
Вода в пене, л	60	70	46	58	35	40
Пеноконцентрат, кг	1,5	1,6	1,2	1,3	0,9	1
Пена, л	800	820	630	655	460	490
Водоцементное отношение	0,57	0,65	0,49	0,59	0,48	0,53
Содержание воздуха, %	80	82	63	65	46	47
Пенобетонная смесь, кг/ м ³	471,5	431,6	907,2	869,3	1315,9	1261
Прочность сжатие, МПа	на 10	10	50	50	150	150

А- контрольный, В - рекомендуемый

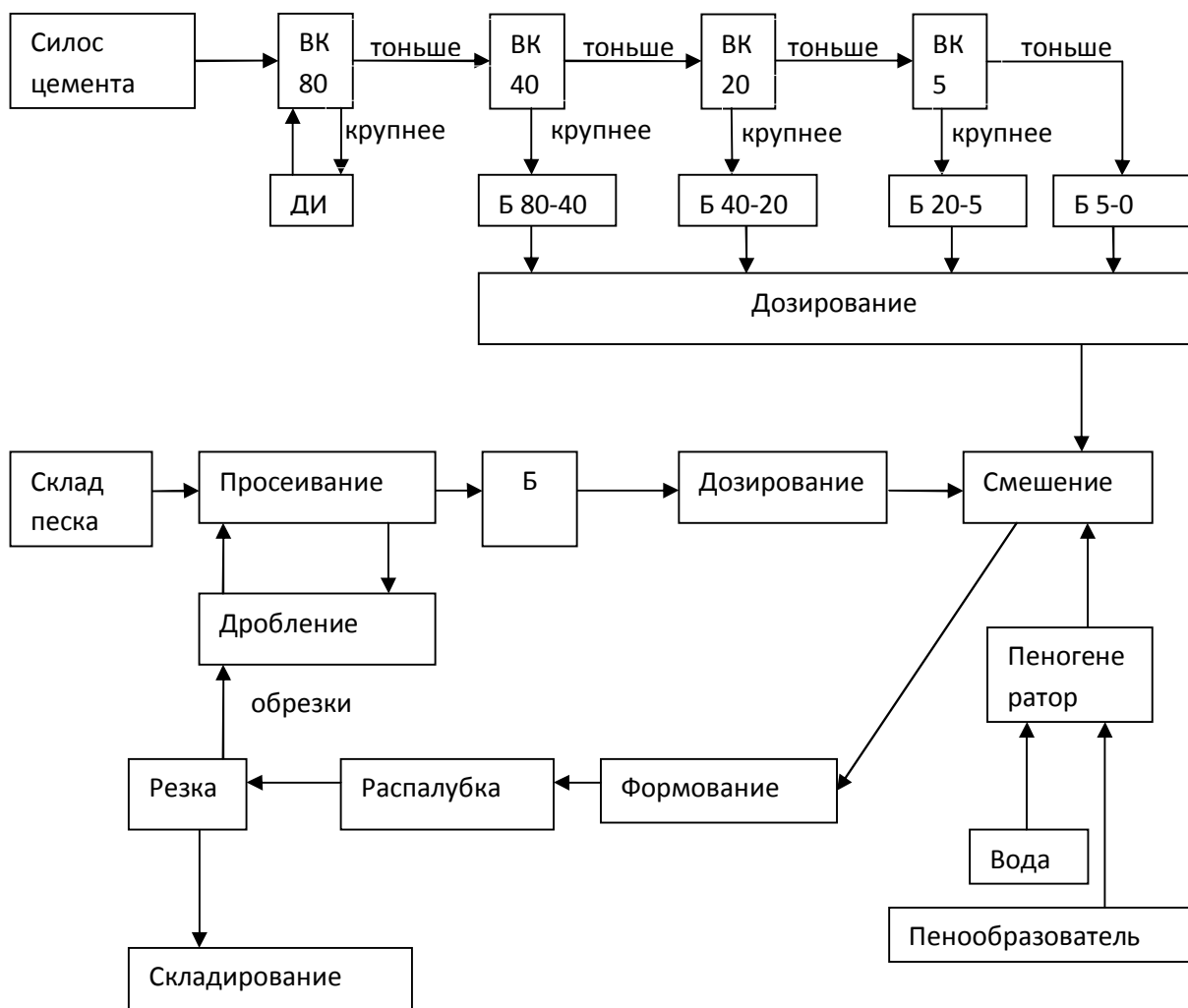
Таким образом, полученные данные полностью подтверждают заявленную в теоретической части информацию о том, что применение дезинтегрированной технологии позволяет значительно сэкономить самый дорогостоящий компонент пенобетона – цемент.

В третьей части «Технологическая часть» произведен подбор технологического оборудования, необходимого для изготовления пенобетонных изделий с применением метода выборочной дезинтеграции.

Для подбора технологического оборудования получены входные параметры для проектирования:

- метод производства пенобетона – сухая минерализация;
- общая производительность – 25 000 м³ готовой продукции в год;
- ассортимент выпускаемой продукции – оптимальный с учетом технологического оборудования;

Разработана технологическая схема производства, представленная на рисунке 1.



VK – воздушный классификатор, ДИ – дезинтегратор, Б – бункер.

Рисунок 1 – Технологическая схема производства.

Технология производства изделий из пенобетона включает в себя следующие этапы:

1. Доставка цемента. Цемент завозится автоцементовозами и с помощью пневматической установки закачивается в силос цемента. После этого винтовым конвейером цемент подается в технологический цикл;

2. Доставка песка. Песок завозится на участок самосвалами и разгружается на крытой площадке. Затем необходимое на смену количество песка загружается в приемный бункер. После этого песок в автоматическом режиме просеивается, и далее подается в промежуточный бункер хранения. Отсев поступает на дробление. Из промежуточного бункера производится забор песка в технологический цикл;

3. Классификация цемента. Из силоса цемента винтовым конвейером цемент подается в воздушный классификатор с порогом классификации 80 мкм, где производится его разделение на две фракции. Фракция крупнее 80 мкм подается на дезинтегратор, после чего повторно направляется в классификатор. Фракция тоньше 80 мкм подается на второй воздушный классификатор с порогом классификации 40 мкм. Фракция крупнее 40 мкм подается в промежуточный бункер хранения «80-40», фракция тоньше 40 мкм подается на третий воздушный классификатор с порогом классификации 20 мкм. Фракция крупнее 20 мкм подается в промежуточный бункер хранения «40-20», фракция тоньше 20 мкм подается на четвертый воздушный классификатор с порогом классификации 5 мкм. Фракция крупнее 5 мкм подается в промежуточный бункер хранения «20-5», фракция тоньше 5 мкм подается в промежуточный бункер хранения «5-0»;

4. Приготовление пенобетонной смеси. После дозирования фракций цемента и песка подаются в промежуточный бункер, откуда отдозированное количество смеси подается в пенобетоносмеситель. При начале работы смены оператор задает нужное количество пенобетона и его плотность. После нажатия кнопки ПУСК установка производит нужное количество пенобетона.

5. Подача к посту формования. После окончания цикла смешения под действием избыточного давления пенобетонная смесь транспортируется к месту формовки.

6. Формование. Заливка форм производится вручную.

7. Распалубка и резка. Через 8-12 часов (зависит от состава пенобетона и условий твердения) формы подаются на резку, где из массивов пилятся блоки.

8. Обрезки от резки массива подается на дробление, после чего они повторно участвуют в производственном цикле. В результате это получается полностью безотходное производство.

9. Складирование. Массив блоков специальным захватом ставится на европоддон. Европоддон с блоками отвозится погрузчиком на склад.

Ключевым моментом реализации выборочной технологии дезинтеграции является узел - классификация цемента.

В состав узла классификации цемента входят 4 воздушных классификатора и дезинтегратор. В качестве воздушных классификаторов используется динамические воздушно-центробежные классификаторы «СЕЛЕКТОР-500/1500» (рисунок 2).



Рисунок 2 – воздушный классификатор «СЕЛЕКТОР-500/1500»

Материал, подлежащий разделению, вводится в несущий воздушный поток и поступает в корпус классификатора. Проходя через направляющие лопатки статора, материал-воздушный поток закручивается и попадает в зону действия разгонного ротора. Вследствие вихревого характера движения под действием преобладающей центробежной силы крупные частицы материала отбрасываются на периферию. Достигнув стенок корпуса, они теряют скорости и опускаются в сборник «крупки».

Частицы, крупность которых меньше граничной, вместе с воздушным потоком направляются внутрь разгонного ротора и через патрубок выхода тонкого продукта выводятся из классификатора. Крупность продукта разделения может регулироваться непосредственно в процессе работы классификатора за счет изменения частоты вращения разгонного ротора.

После прохождения первой стадии воздушной классификации материал, превышающий по размерам установленный порог, подается на дезинтегратор. Материал, прошедший первую стадию классификации, последовательно разделяется оставшимися классификаторами на фракции и складывается в соответствующих бункерах.

Для измельчения крупной фракции используется дезинтегратор ГОРИЗОНТ 1500 СД, представленный на рисунке 3, который является агрегатом непрерывного действия и представляет собой помольный механизм, состоящий из двух вращающихся в противоположные стороны роторов, насаженных на отдельные соосно расположенные валы. В процессе работы рабочие органы дезинтегратора образуют мощнейшие встречные

потоки материала с высокой разностью скоростей, что обеспечивает глубокое измельчение, совершенно не достижимое при использовании других типов помольного оборудования. Конструкция смешивающего дезинтегратора ГОРИЗОНТ 1500 СД предусматривает его герметичное исполнение, что особенно важно при работе с порошкообразными материалами.

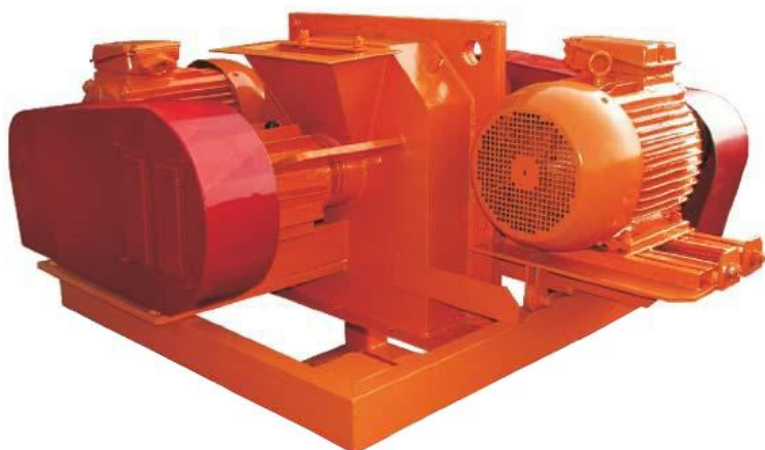


Рисунок 3 – Дезинтегратор Горизонт 1500 СД.

В четвертой части «Контроль качества» описана полная схема производственного контроля качества при производстве пенобетона, включающая входной контроль поступающих материалов, пооперационный контроль технологического процесса и приемочный контроль качества готовой продукции.

В пятой части «Экономическая часть» являющейся ключевой частью с точки зрения целесообразности открытия нового производства. Именно в ней производится расчет капитальных вложений на открытие производства. Главной задачей этой части является определение себестоимости 1 единицы продукции, а также срок окупаемости производства.

Произведен расчет себестоимости 1 м³ пенобетона.

Таблица 3 – Себестоимость 1 м³ пенобетона по сырьевым компонентам

Марка	Компонент	Ед.изм.	Расход	Стоимость, тг
400	Цемент	т	0,3	4 500
	Вода	м ³	0,17	17
	Пенообразователь	кг	1,5	555
	ИТОГО			5 072
800	Цемент	т	0,32	4 800
	Песок	т	0,42	798
	Вода	м ³	0,166	17
	Пенообразователь	кг	1,2	444
	ИТОГО			6 059

Продолжение таблицы 3.				
1200	Цемент	т	0,36	5 400
	Песок	т	0,78	1482
	Вода	м ³	0,175	18
	Пенообразователь	кг	0,9	333
	ИТОГО			

Далее, произведен расчет себестоимости производства 1м³ пенобетона с учетом всех затрат.

Таблица 4 – Затраты на производство 1 м³ пенобетона

Вид затрат	Пенобетон плотностью 400	Пенобетон плотностью 800	Пенобетон плотностью 1200
Капитальные затраты, тг	691	691	691
Заработная плата, тг	1 745	1 745	1 745
Энергозатраты	185	185	185
Сырьевые компоненты	5 072	6 059	7 233
Расходные материалы	352	352	352
ИТОГО	8 045	9 032	10 206

По результатам вычисления можно составить таблицу цен.

Таблица 38 – Таблица цен за 1 м³ производимых изделий.

Наименование	Пенобетон плотностью 400	Пенобетон плотностью 800	Пенобетон плотностью 1200
Себестоимость изделия, тг	8 045	9 032	10 206
Прибыль, тг	1964	2230	2522
Гос.выплаты, тг	2618	2973	3363
ИТОГО	12 627	14 235	16 091

В ходе выполнения технологической части дипломного проекта была разработана современная технология по выпуску пенобетонных блоков. В экономической части был выполнен полный расчет стоимости организации производства, а также расчет себестоимости 1 м³ готовой продукции. На основании приведенных расчетов предприятие является полностью рентабельным с низким сроком окупаемости. Предприятие производит высококачественную продукцию с низкой стоимостью, что является необходимым условием современной экономики. Также стоит отметить социальную ответственность предприятия, ведь средняя заработная плата на производстве 80600 тг.

Заключение

Целью данной магистерской работы является разработка технологии изготовления пенобетона с использованием инновационной дезинтеграторной технологии.

В соответствии с целью работы были поставлены и решены следующие задачи:

1. проведен анализ качества материала, получаемого методом помола и методом дезинтеграции, выбран оптимальный способ измельчения;
2. изучены свойства дезинтегрированного цемента;
3. проведен подбор состава пенобетонной смеси;
4. проведен подбор технологического оборудования для изготовления пенобетона с использованием инновационной дезинтеграторной технологии.

Все указанные задачи решены в ходе выполнения магистерской диссертации в полном объеме. Экономические показатели дополнительно показали правильность выбранных технологических решений.

Цель работы достигнута.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1 Магерова В.А., Демидов А.Н., Что, как и зачем молоть.// Материалы X республиканской студенческой научно-технической конференции «Творчество молодых - инновационному развитию Казахстана». – г. Усть-Каменогорск: ВКГТУ им. Д. Серикбаева, 2010. – С.59-60.

2 Магерова В.А., Демидов А.Н., Аубакирова З. А., Хайруллина А.А. О возможности использования инертных наполнителей в цементных системах.// Материалы X республиканской студенческой научно-технической конференции «Творчество молодых - инновационному развитию Казахстана». – г. Усть-Каменогорск: ВКГТУ им. Д. Серикбаева, 2010. – С.61-62.

ТҮЙІНДЕМЕ

Диссертация 81 бетте баяндалған. Диссертация 14 суреттен тұрады, диссертациядағы кесте саны – 37. Диссертация 5 тарауды, қорытындыны, 14 тармағы бар қолданылған әдебиеттер тізімін құрайтын кіріспеден, негізгі бөлімнен тұрады.

Зерттеу нысаны көбікті бетонды дайындау технологиясы болып табылады.

Осы магистерлік жұмыстың мақсаты инновациялық дезинтеграторлық технологияны пайдаланумен көбікті бетонды дайындау технологиясын әзірлеу болып табылады.

Зерттеу әдісі кешенді, оған талдау және ғылыми-техникалық ақпаратты ғылыми қорытындылау, зертханалық зерттеулер жатады.

Ұнтақтау әдісімен және дезинтеграция әдісімен алынған материалға сапа талдауы жүргізілді. Бұл ұнтақтаудың теориялық дәлелденген тәсілін іс жүзінде растауға мүмкіндік берді.

Дезинтеграторлық цементтің ерекшеліктері зерттелді.

Дезинтеграторлық цементтің негізінде көбікті бетонның қоспасының құрамына сұрыптау жүргізілді. Кәдімгі цементті пайдаланумен салыстырғанда, цементті ұтымды үнемдеу жолы анықталды. Инновацияның экономикалық тиімділігі есептелінді.

Инновациялық дезинтеграторлық технологияны пайдаланумен көбікті бетонды дайындау үшін технологиялық жабдықтарды сұрыптау жүргізілді.

Жұмыстың ғылыми және практикалық мәні құрылыс материалын өзіндік құнынан едәуір төмен бағамен алу мүмкіндігінен тұрады. Осы күнгі өндіріске сұрыпталған технологиялық жабдықты енгізу процесін айтарлықтай жеңілдетеді. Жүргізілген экономикалық дәлелдеу нақты нәтижелердің негізінде ұсынылған технологияның тиімділігіне сенуге мүмкіндік береді.

RESUME

The dissertation is written on 81 pages. The dissertation has 14 pictures and 37 tables. The dissertation consists of an introduction, main part which consists of 5 chapters, a conclusion and a list of used sources in 14 points.

The object of research is technology of foam concrete production.

The purpose of this MPhil is designing of technology of foam concrete production with usage of innovative disintegration technology.

The method of researches is complex, including an analysis and scientific generalization of scientific and technical information, laboratory researches.

Executed analysis of material quality produced by grinding and disintegration technology. It gave possibility to confirm by practice of reasonable method of crushing.

Studied properties of disintegrated cement.

Executed batching based on disintegrated cement. Reveal economy of cement in comparison with usage of ordinary cement. Calculated economic effect of the innovation.

Executed selection of manufacturing equipment for production of foam concrete with usage of innovative disintegration technology. Calculated profitability of the technology.

Scientific and practical importance of MPhil is possibility of production modern build material with considerable cutting of production costs. Chosen manufacturing equipment simplifies implementation to operating plants. Calculated economic justification lets make sure in efficiency of the technology bases on real results.