

В.Н.БЕРДЯНСКИЙ, Ф.Ф.БЕГЛОВ, А.Н.МИРСАГАТОВ

# ТЕХНОЛОГИЯ И МЕХАНИЗАЦИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ГОНЧАРНЫХ ДРЕНАЖНЫХ ТРУБ С ФАСКАМИ

В 1957 г. Главголодностепстроем, институтом Сред-азгипроводхлопок и САНИИРИ предложено соединять дренажные трубы между собой с помощью конических фасок. Это связано с необходимостью автоматизировать при укладке центровку труб относительно друг друга и требует создания непрерывной, с замковыми стыками конструкции всей дренажной линии. Для осуществления этого предложения на обоих концах каждой дренажной трубы нужны конические фаски, причем с одной стороны наружная, с другой — внутренняя (центральный угол заточки принят равным  $90^{\circ}$ ).

Для строительства дрен запроектировано использование низконапорных асбоцементных труб длиной 33 см. Так как государственный стандарт предусматривал выпуск асбоцементных труб только трех- и четырехметровой длины, их пришлось разрезать на требуемые отрезки и одновременно обтачивать фаски. В 1958 г. перешли к строительству закрытых дрен на сравнительно большом участке (4-е отделение совхоза "Фархад" в Голодной степи), и потребовалось большое количество дренажных труб. Разрезку их и обточку фасок организовали прямо на Беговатском цементном заводе — изготовителе и поставщике асбоцементных труб. Завод охотно взялся за эту работу, так как у него появлялась возможность рационально использовать отходы (брак) производства.

В 1961 г. работники строительно-механизированного управления № 5 системы Главголодностепстроя разработали и изготовили специальный станок для резки длинных асбоцементных труб с фасками. Одновременно с резкой на этом станке производится обточка фасок, наружной и внутренней.

В 1961 г. в связи с пуском Янгйерского завода в строительстве дренажа начали применять гончарные трубы. Они выпускались с прямыми торцами, однако первое время их приходилось укладывать вручну, хотя от этого страдала целостность всей дренажной линии труб и центровка их относительно друг друга, особенно в неустойчивых и водонасыщенных грунтах, где не всегда можно было гарантировать сохранение хорошей стыковки труб. Поэтому отдел механизации САНИИРИ провел исследовательско-конструкторскую работу по изготовлению гончарных труб с коническими фасками. В результате обнаружено, что технически наиболее удобно, просто и дешево делать фаски на сырых трубах, в процессе их выпрессовки. На трубных прессах, например, эту операцию удобнее всего производить одновременно с резкой. При изготовлении труб штамповкой эта операция хорошо совмещается с соответствующим изменением конструкции прессформ.

Для поделки фасок на трубных прессах разработаны две схемы оборудования, с помощью которых за один прием можно получить на отрезанной части наружную фаску, а на оставшейся в прессе — внутреннюю. Кроме того, еще две схемы предусматривали использование для поделки фасок способ прессования в формах.

Однако дальнейшие эксперименты были направлены на разработку технологии и создание оборудования для поделки фасок на гончарных трубах, производимых на вертикальных прессах (тип СМ-48) Янгйерского завода гончарных дренажных труб.

В 1962 г. были начаты исследования по поделке конических фасок на гончарных дренажных трубах в Центральном научно-исследовательском институте механизации и электрификации сельского хозяйства (ЦНИИМЭСХ) нечерноземной зо-

ны СССР. В сентябре 1963 г. на очередной научно-технической конференции института демонстрировалась в полевых условиях работа опытного образца станка-полуавтомата для одновременной обточки наружной и расточки внутренней конических фасок, однако, по нашему мнению, этот способ не пригоден, так как при расточке внутренней фаски, даже при очень малых подачах труба ломается, при обточке же наружной фаски центральный угол конуса практически не удается получить менее  $120^{\circ}$  по той же причине. Следует учесть еще очень быстрый износ режущего инструмента.

Экспериментальные работы по механизации поделки фасок на дренажных гончарных трубах проводились и Латвийским научно-исследовательским институтом гидротехники и мелиорации в 1962-1963 гг. Там избрали другой способ — обрезку фасок на трубах до их обжига. Для этого разработали специальный станок. Режущим инструментом в нем служит струна, натянутая под нужным углом к оси вращения трубы. Этот установочный угол определяется половиной центрального угла конической фаски. Обрезка фасок производится путем продольной подачи инструментальных головок, оси шпинделей которых и обрабатываемая труба располагаются на одной линии. Качественный срез удавалось получить для центрального угла не меньше  $110^{\circ}$ . Эта операция производилась после предварительного "подвяливания" гончарных труб. Сушили и обжигали трубы после поделки фасок. Качество готовых труб получалось хорошим.

Над вопросами поделки конических фасок на гончарных дренажных трубах и соединения их между собой работают многие организации, в том числе институты СевНИИГим, АзНИИГим и др.

Некоторые научно-исследовательские и конструкторские организации, занимаясь проблемой надежного стыкования дренажных труб, пошли по пути создания новых констру-

ций самих труб. Так, ГСКБ по ирригации Главсредазирсовхозострой предложена гончарная дренажная труба длиной 0,7 м, в которой для стыкования с одного конца предусмотрен раструб с центральным углом  $30^0$ , а с другого — аналогичный наружный конус. Для инфильтрации воды в трубу на ее цилиндрической части предусмотрена перфорация по  $1/3$  окружности с общей площадью  $45 \text{ см}^2$ . Положительное здесь — прочное соединение труб между собой. Однако по всем другим показателям они хуже труб с коническими фасками: не технологичны в изготовлении и механизированной укладке, линия получается настолько жесткой, что при незначительных просадках трубы ломаются, в эксплуатации такие трубы значительно быстрее заиливаются, и, кроме того, удельный расход материала и стоимость I пог.м на 30% больше.

Проанализировав все сделанное в этом направлении научно-исследовательскими и конструкторскими организациями, отдел механизации САНИИРИ счел необходимым вести дальнейшую работу в направлении разработанной им технологии. Ниже описаны образцы оборудования для поделки фасок при разрезке труб, разработанные САНИИРИ для промышленных условий.

Оборудование представляет собой устройство, устанавливаемое на пресс для формовки труб непосредственно у мундштука с помощью несущего кольца I, на котором собирается весь режущий аппарат (рис. I). К этому кольцу на шести шпильках I2 через распорные втулки 4 подвешивается неподвижное опорное кольцо — платформа I0 с бегунковой дорожкой. На бегунковую дорожку через шарики I4 опирается и вращается на них планшайба 8 с укрепленной на ней инструментальной головкой и зубчатым венцом. В головке имеется шлицевая втулка I8, в которой перемещается шпиндель I5 с резцедержателем I6 и резцом I7. Для реза шпиндель перемещается подъемом управляемого кольца подачи II, по которому катится ролик I9, сидящий на конце шпинделя. Управление

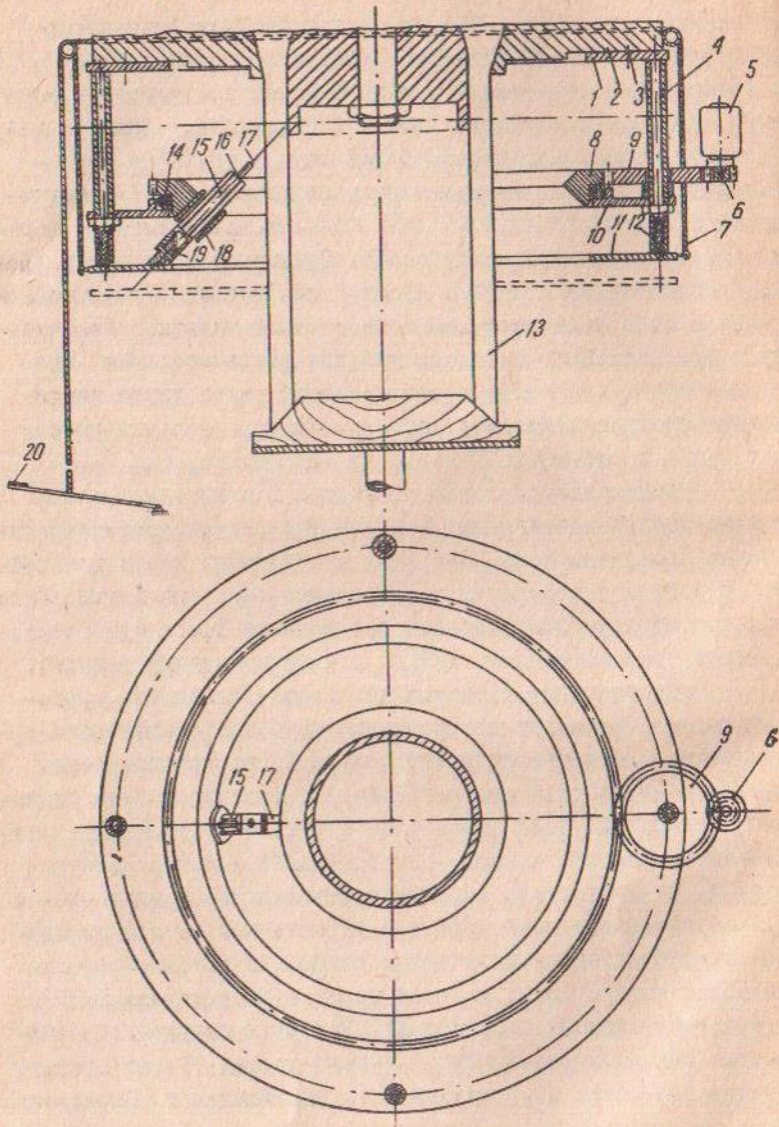


Рис. 1. Оборудование для резки гончарных труб с фасками.

резом или подачей можно заблокировать с пуском и остановкой пресса и осуществлять с помощью педали 20 через тросовую подвеску 7. Привод вращения на планшайбу осуществляется от индивидуального электродвигателя 5, через шестеренчатый редуктор 6, 9, 8.

Работает это устройство таким образом: после выпрессовки трубы нужной длины нажимается рычаг 20, благодаря чему одновременно останавливается работа шнека пресса, включается привод режущего аппарата и происходит подача резца. При возврате рычага в его первоначальное положение все переключения происходят в обратном порядке и оборудование возвращается в исходное состояние. Отключается подача и привод вращения инструментальной головки, снимается готовая труба, включается шнек пресса и производится выпрессовка очередного отрезка трубы. На этом цикл заканчивается.

Нарезанные трубы в вертикальном положении устанавливаются на специальных поддонах на вагонетки для сушки. Поддоном служат профильные кольца (под наружную фаску), предохраняющие торец трубы от смятия. Облигают трубы с фасками в обычном порядке.

Вторая схема представляет собой устройство, в котором для резки гончарных труб с фасками используются специальные профильные ножи. Оно также предназначено для установки на вертикальный трубный пресс. Остов устройства — кольцо с четырьмя перпендикулярно приваренными к нему кронштейнами. С помощью четырех шпилек остов крепится на прессе. На кронштейны устанавливаются инструментальные головки, каждая из которых монтируется на своем основании. Инструментальная головка представляет собой шпиндель, совершающий возвратно-поступательные движения вдоль своей оси в двух направляющих опорах с гладкой и шлицевой втулкой. Каждая втулка прикрепляется к опоре и вместе с ней к основанию

двумя шпильками. Точность установки опор достигается контрольными штифтами. На одном конце шпинделя приваривается резцедержатель, а на другом нарезается резьба и на него навинчивается втулка, с помощью которой регулируется натяжение возвратной пружины. Последняя одним концом упирается в переднюю опору и постоянно оттягивает шпиндель в крайнее заднее положение. Подача шпинделя вперед производится поршнем рабочего цилиндра, который с помощью двух болтов крепится к тому же основанию. На резцедержатель укрепляется нож.

Работает система под действием гидро- или пневмо- давления, которое в конкретных условиях (Янгирский завод гончарных дренажных труб) предполагалось осуществить от индивидуальной установки с электроприводом. Выдавливаемая из мульды пресса труба принимается на столик. После выхода трубы необходимой длины прекращается подача валишки путем остановки шнека пресса. Рычаг, отключающий работу шнека, заблокирован с золотником, включающим подачу рабочего тела в исполнительные цилиндры. Все четыре цилиндра питаются от одного коллектора через патрубки и поэтому срабатывают одновременно. Поршни исполнительных цилиндров давят на шпиндели, и они вместе с резцами перемещаются к оси трубы.

Рез заканчивается, когда все четыре резца сойдутся на керне мундштука пресса. При этом на конце отрезанной трубы получается наружная фаска, а на оставшейся части — аналогичная внутренняя. Форма обеих фасок получается подобной форме резцов, т.е. усеченного конуса, малый диаметр которого равен внутреннему диаметру трубы, а диаметр основания — наружному. Когда труба отрезана, поддерживающий столик опускается, труба снимается, рычаг управления переводится в первоначальное положение и вся система возвращается в исходное состояние в порядке, обратном описан-

ному выше.

Но прежде чем приступить к разработке специального оборудования для резки гончарных труб с фасками, необходимо было решить ряд вопросов технологического и производственного характера: поведение кромки фаски сырой трубы при выпрессовке, при установке ее на поддон для сушки, при транспортировании и, наконец, при обжиге.

Для этого провели опыты (в июне и сентябре 1962 г.) в производственных условиях Янгирского завода.

В первой серии опытов подготовили 120 труб с фасками (100 штук из сырого материала и 20 из предварительно просушенного). Фаску нарезали вручную с одного конца трубы, второй оставляли ровным. На половине сырых труб нарезали наружную фаску, на остальных – внутреннюю. Сушили их на решетчатых поддонах, причем 50 труб ставили на ровный торец и 50 – на торец с фаской. Сравнение обеих партий давало полное представление об относительном состоянии ровных торцов и торцов с фаской при различной ориентации их на всех технологических операциях. Опыт с предварительно просушенными трубами тоже преследовал цель получить данные о возможности и целесообразности поделки фасок на данной ступени технологического процесса.

Труб было изготовлено 20 штук, по 10 с наружной и внутренней фасками. Обжиг они проходили на вагонетках с разной ориентацией.

После сушки и транспортировки отбраковали 23 трубы, из них 14 с помятой и полностью испорченной фаской (девять с внутренней и пять с наружной), восемь – с недопустимо сильным вмятием прямых торцов и одну с третиной по всю длину. Такой большой брак по смятию торцов прямых (16%) и с фаской (28%) объясняется тем, что решетчатая конструкция поддонов, применяемых для сушки труб на вагонетках, была выбрана неправильно. Это подтвердилось

и при проверке серийных труб, где процент труб со смятыми торцами был еще больше (29,3%, из них 17% с недопустимо помятыми). Проверка и подсчет сделаны на двух вагонетках с общим количеством 180 труб.

Другого рода деформаций фаски на трубах во время сушки не наблюдалось, точнее, они не выходили из ряда обычных и свойственных трубам с прямыми торцами.

На обжиг были загружены все 120 труб одновременно. Разместили их на двух вагонетках, которые установили в печи через одну с вагонетками серийных труб. Ориентация труб на вагонетках была такой же, как и при сушке.

При сопоставлении экспериментальных труб с серийными, прошедшими обжиг на двух соседних вагонетках, установлено:

механических повреждений прямых торцов и торцов с фасками нет;

сгорания или оплавления острых кромок торцов с фасками не произошло;

качество обжига труб с наружной и внутренней фасками, ориентированных вверх и вниз, одинаково;

деформации круга с прямым торцом и с фасками находятся в норме обычных деформаций;

наличие фаски не влияет на образование трещин;

качество обжига и форма фасок, сделанных на сырых и предварительно просушенных трубах одинаковы.

В сентябре 1962 г. опыт повторили по той же методике, только с меньшим количеством образцов и с применением листовых поддонов при сушке труб. Внутренние и наружные фаски (по 15 штук) нарезали на сырых трубах. Вместе с ними на сушку поставили контрольную партию труб с прямыми торцами (60 штук) на поддонах решетчатой конструкции.

По окончании сушки обнаружено: опытные трубы (6 штук), стоявшие на ровном торце, не испытали видимых

деформаций; на торцах всех серийных труб остались ясные (от 2 до 9 мм) отпечатки реечного поддона. С большими деформациями (более 5 мм) насчитывалось 32 трубы (53,5%), хотя все они по нормам завода не выходили за рамки товарной кондиции; на кромках всех фасок отмечено смятие, причем на наружной большее. Площадка смятия достигала 2-4 мм, однако от этого фаска в целом своей формы не теряла; других деформаций труб опытных и серийных не было.

После обжига ни на опытных, ни на серийных трубах не было каких-либо выходящих из нормы изменений, оплавления кромок.

На основании эксперимента можно сделать следующие выводы:

1. Наиболее легко изготовить фаску на сырых трубах.
2. Фаска на трубах, предварительно просушенных, при транспортировке и других операциях не деформируется и не ломается.
3. Для сушки и транспортировки труб с прямыми торцами следует применять листовые перфорированные поддоны.
4. Для транспортировки и сушки труб с фасками, лучше применять поддоны с профильными кольцами, хотя это необходимо проверить еще в производственных условиях.
5. Наличие фасок не влияет на режим и качество обжига труб.
6. Острые кромки фасок при обжиге труб не сгорают и не оплавляются.
7. Наличие фасок не увеличивает деформации круга труб.

Таким образом, проведенные опыты доказали, что фаски на гончарных дренажных трубах можно делать в процессе формовки на вертикальных трубных прессах одновременно с разрезкой их на части. Исходя из этого, отдел механизации САННИРИ разработал оборудование для резки труб с фасками.

В качестве рабочего тела ко второй схеме оборудования мы использовали жидкость и воздух. В связи с этим для привода режущего аппарата применили два варианта силовых установок: гидро- и пневмоэлектрическую. На первых же шагах испытания оборудования стало ясно, что все преимущества на стороне пневмоэлектрического варианта.

Пневмоэлектрическая силовая установка разработана нами на базе серийных передвижных компрессоров марки 0-39А, где в 3 раза была увеличена емкость ресивера и добавлен узел, автоматизирующий работу установки в пределах заданных давлений. Работу автоматики и установки в целом можно проследить по рис.2. Связывающим звеном электро- и пневмосистем является пневмоэлектрическое реле ПР, включение и отключение которого регулируется на заданные пределы максимального и минимального давлений с помощью гаек 7 и 8. Двигатель подключается через контактор с контактами  $K_2$ ,  $K_3$  и  $K_4$ , которые управляются катушкой К.

Род работы компрессора определяется положением переключателя ПК. Им можно включить автоматическую работу установки либо, с управлением кнопочной станцией СТ, - ручную. При включении схемы на автоматический род работы с помощью кнопки "пуск" производится только запуск, а все последующие включения и отклонения пускателя происходят под командой пневмореле, контакты которого включаются и отключаются при достижении давления в ресивере соответственно настроенных "минимума" и "максимума". Для управления режущим аппаратом в пневмосистеме использован секционный золотниковый распределитель от экскаваторных гидросистем.

В процессе первых опытов установлен диапазон рабочих давлений в системе. Собственно говоря, в опытах определялся только минимум этого давления - необходимого и достаточного для перерезания трубы, а его максимум зави-

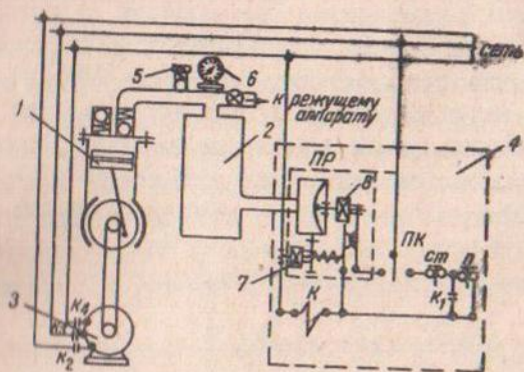


Рис.2. Схема силовой пневмоэлектрической установки.

сел от параметров примененной компрессорной установки.

Методика установления минимума давления заключалась в том, чтобы уловить границу в процессе резки трубы, когда ножи прекращают перерезать трубу. Каждый цикл опытов начинался с максимума и производился до искомой границы с постепенным стравливанием давления. Установлено, что для резки сырых гончарных труб диаметром 200x248 мм минимальное давление колеблется в пределах 4,5-5 ати. Это соответствует следующему удельному усилению резания нашей установки с включением сюда всех потерь на трение в рабочих цилиндрах, подшипниках шпинделей и самих ножей о разрезаемую трубу.

Рабочая площадь поршня цилиндра:

$$S_n = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 32^2}{4} = 805 \text{ мм}^2;$$

усилие, создаваемое рабочим цилиндром на резце составляет:

$$P = p_n \cdot S_n = 5 \text{ кг/см}^2 \cdot 805 \text{ мм}^2 = 40,2 \text{ кг};$$

длина активной части режущей кромки резца -

$$\ell_p = \frac{\pi D}{4} = \frac{3,14 \cdot 200}{4} = 157 \text{ мм};$$

удельное сопротивление резанию отформованной на вертикальном прессе гончарной трубы -

$$p_p = \frac{P}{\ell_p} = \frac{40,2}{157} = 4,56 \text{ кг/см}.$$

На основании этого расчета и паспортных данных компрессорной установки рабочее давление было принято в пределах 5-7 ати. За каждый цикл работы режущего аппарата стравливалось по 0,2 ати в среднем, начиная от 0,1

ри 7 атм, кончая 0,5 при приближении к 5.

Испытание оборудования в производственных условиях проводилось на Янгйерском заводе гончарных дренажных труб в октябре 1962 г.

В процессе исследования работы оборудования установлено, что рез, выполняющийся на мульде, следует производить по возможности ближе к кромке схода трубы. В противном случае отрезанная часть трубы может зависать. Рабочее давление в системе для равномерности работы всех четырех ножей должно поддерживаться несколько выше расчетного минимума. Хорошая работа с равномерной подачей ножей получалась при давлении в цилиндрах от 6 атм и выше.

На поверхности среза наружной фаски трубы в местах сохода ножей образуются рубцы в форме пирамиды вершиной, направленной к оси, и основанием, лежащим на поверхности наружного цилиндра. При стыковании труб эти рубцы играют положительную роль в создании зазора, минимальная величина которого гарантируется высотой рубца (1-3 мм).

Качество среза получается посредственным из-за неравномерной кромки наружной фаски и остатков несрезанного грунта на внутреннем цилиндре внутренней фаски. Это происходит при неравномерном схождении ножей и плохой подгонке их. Компоновка оборудования на прессе получалась удачной, хотя довольно сильно загромождала доступ к отрезанной трубе.

По материалам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Оборудование в целом работоспособно, и после устранения выявленных дефектов и недостатков его можно внедрить в производство. Эта рекомендация поддержана решением Всесоюзного совещания по мелиорации засоленных зе-

мель Средней Азии и Азербайджана, состоявшегося в Ура-Тюбе (ТаджССР) 9-12 июня 1963 г.

2. Работу режущего аппарата следует рассчитывать на давление 7-10 ат и выше. В связи с этим следует за-проектировать в комплект оборудования другую компрессор-ную установку.

3. Использование воздуха в качестве рабочего тела оправдало себя всесторонне.

4. Для удобства и более точной настройки резцов целесообразно применить специальный шаблон - кольцо по форме среза. Такие кольца должны быть разными для раз-личных диаметров разрезаемых труб.

5. Узел каретки надо переделать, упростив крепле-ние ее к кронштейну.

6. Крепление ножей на резцедержателях конструк-тивно следует выполнить между двумя профилирующими план-ками, что придаст им более точную форму и большую жест-кость.

7. Необходимо решить вопрос о создании оборудова-ния для резки гончарных труб с фасками по принципиальной схеме (рис. I).

Отмеченные недостатки конструкции исследованного оборудования и рекомендации по некоторым технологическим приемам были учтены при изготовлении промышленного об-разца, который в модернизированном виде назван автоматом для резки гончарных труб с фасками и обозначен индек-сом АФ-1.

К октябрю 1965 г. был разработан и изготовлен экс-периментальный образец второго варианта модели оборудова-ния для резки труб с фасками. Новое оборудование также испытано на Янгиерском заводе гончарно-дренажных труб. Оно состоит из поворотной платформы, режущего аппарата и приемного поддона. Процесс формовки складывается из

следующих операций. К мундитуку поднимается приемный столик, оборудованный профильным поддоном, включается шнек пресса и производится формовка нужной длины трубы (в нашем случае 470 мм). Затем тем же рычагом шнек отключается и рукояткой включается режущий аппарат, который за один оборот нарезает у предыдущей трубы наружную фаску, а у последующей — внутреннюю.

Проведенные исследования показали:

1. Оборудование для одновременной резки гончарных дренажных труб с фасками, разработанное САНИИРИ, является простым, работоспособным и производительным.

2. Технологический процесс изготовления гончарных дренажных труб с фасками может быть принят заводом для серийного производства, для чего заводу необходимо проделать известную работу по подготовке и настройке технологического оборудования.

3. Качество труб с фасками при налаженном серийном производстве по всем показателям можно ожидать лучшим или, во всяком случае, не хуже качества труб с раструбом.

4. Выпуск гончарных труб с фасками будет рентабельнее и для завода и для строительных организаций, применяющих их в строительстве.

Переход от раструбных труб к фасочным может дать экономический эффект примерно в 20-25% благодаря возможности дополнительного изготовления труб из сэкономленного материала и снизить стоимость I пог.м трубы на 45%.