



УДК 622.691; 622.692; 62-771

## ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ ОБОРУДОВАНИЯ, ПРИМЕНЯЕМОГО ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ВРЕЗОК В ТРУБОПРОВОДЫ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

### TESTING OF EQUIPMENT USED FOR TAPPING INTO PIPELINES UNDER PRESSURE

**Пивнов Валентин Петрович**

старший преподаватель  
кафедры нефтепродуктообеспечения и газоснабжения,  
Российский государственный университет  
нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина  
pivnovalentin@rambler.ru

**Пивнова Марина Андреевна**

магистр,  
Российский государственный университет  
нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина  
rina91@bk.ru

**Аннотация.** Врезка в газопроводы под давлением – это важная и ответственная работа. Оборудование для врезок в газопроводы под давлением должно проходить строгий отбор и контроль основных параметров. Цель данной работы – разработка Регламента испытаний фрез, применяемых во время проведения врезок в газопроводы под давлением.

**Ключевые слова:** врезка под давлением, кольцевая режущая фреза, конструкторские испытания, регламент испытаний.

**Pivnov Valentin Petrovich**

Senior lecturer of the Department  
of Oil Products Supply and Gas Supply,  
National University of Oil  
and Gas «Gubkin University»  
pivnovalentin@rambler.ru

**Pivnova Marina Andreevna**

Master,  
National University of Oil and Gas «Gubkin  
University»  
rina91@bk.ru

**Annotation.** Tapping into gas pipelines under pressure is an important and responsible job. Equipment for tapping into gas pipelines under pressure must pass strict selection and control of the main parameters. The purpose of this work is to develop Regulations for testing cutters used during tapping into gas pipelines under pressure.

**Keywords:** hyperbaric tie-ins, cutting circular cutter, design tests, regulation tests.

Развивающаяся промышленность и растущий жилищно-бытовой сектор требуют подключения к эффективным системам энергоснабжения. Такой системой, на сегодняшний день, является трубопроводный транспорт углеводородов, в частности магистральные газопроводы и сети газоснабжения. Надежная работа трубопроводного транспорта углеводородов немислима без его обслуживания и ремонта. В своей работе предприятия стараются внедрять те технологии, которые направлены на энергосбережение, а также бережное отношение к окружающей среде.

Технология врезок в трубопроводы под давлением имеет широкое применение [1]. Врезки под давлением производятся в случаях, когда невозможно приостановить транспорт углеводородов по трубопроводам. Технология врезок под давлением по сравнению с традиционными методами проведения подобных работ имеет ряд существенных преимуществ [2, 3]:

- отсутствие необходимости остановки транспорта природного газа по системе;
- экономия оборотных средств, ввиду отсутствия отключения системы газоснабжения, практически отсутствует сброс и сбор транспортируемого природного газа;
- экономия времени, т.к. отсутствует необходимость в продолжительном освобождении и дальнейшем заполнении природным газом действующего газопровода;
- минимизация пагубного воздействия на окружающую среду;
- комфорт для потребителей природного газа, т.к. проведение работ по врезкам под давлением не влияет на процесс отбора природного газа потребителями.

На сегодняшний день главным недостатком технологии врезок под давлением является использование иностранного оборудования, и как следствие неоправданно высокая стоимость проведения работ. Избавиться от этого недостатка позволяет применение отечественных разработок и оборудования.

Врезка в трубопровод под давлением – это ответственная работа, проводимая на особо опасных объектах. При фрезеровании газопровода постепенно уменьшается толщина стенки. Кроме того, в получающейся канавке образуются острые края, которые могут стать концентраторами напряжений. В конечном итоге эти факторы могут привести к аварии на газопроводе. Именно поэтому остановка уже начатой работы по высверливанию отверстия в газопроводе недопустима.

Серьезное внимание необходимо уделять кольцевым режущим фрезам для высверливания отверстий. Как правило, для врезок под давлением применяют стандартные фрезы и фрезы типа STOPPLE. Фрезы для проведения врезок под давлением должны изготавливаться на высоком уровне, без нарушения геометрии, с использованием высококачественных резов.



Прежде чем включать кольцевые режущие фрезы в состав основного оборудования для проведения врезок под давлением необходимо убедиться в качестве изготовленных изделий. Процесс испытания фрез удобно представить в виде графического описания, рисунок 1. Совокупность всех факторов, участвующих в процедуре испытания фрез для врезок в трубопроводы под давлением представлена на рисунке 2.



Рисунок 1 – Графическое описание бизнес-процесса «Испытание фрез для врезок под давлением»

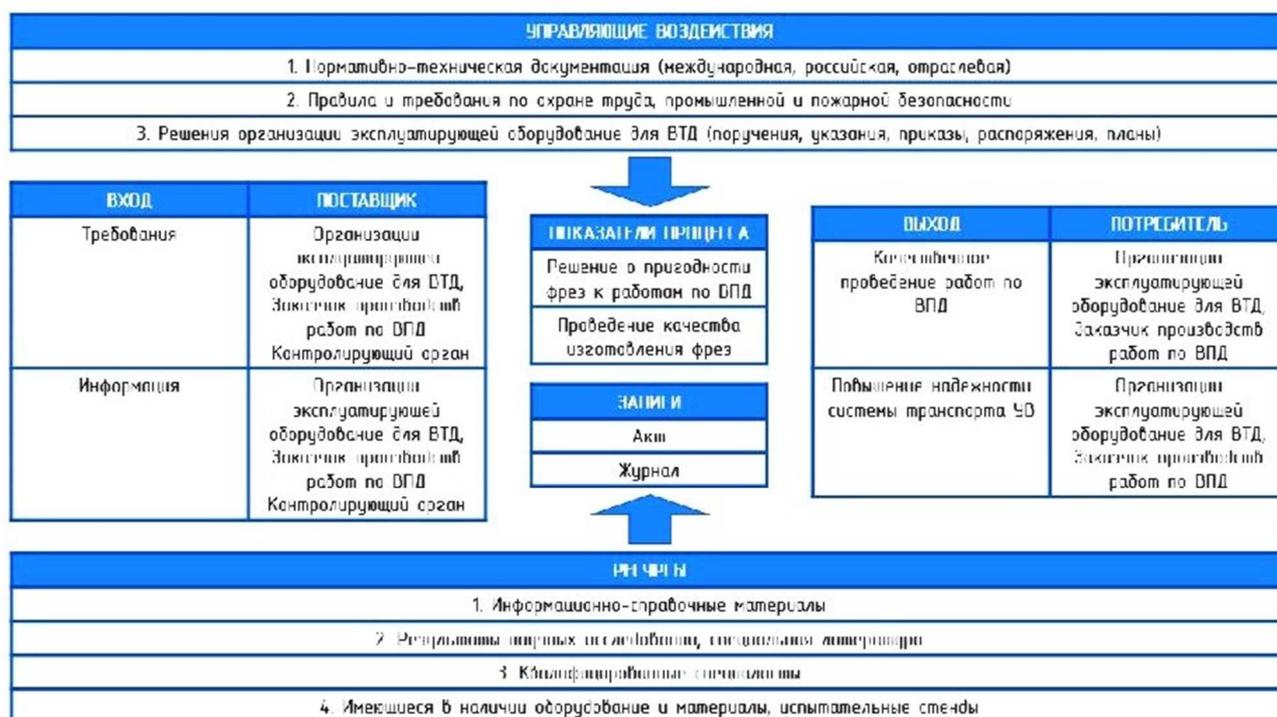


Рисунок 2 – Карта бизнес-процесса «Испытание фрез для врезок под давлением»

Для контроля качества изготовления кольцевых режущих стандартных и STOPPLE фрез был разработан специальный Регламент испытаний, который включает:

- последовательность операций, рисунок 1;
- описание и конструкторские чертежи испытательных стендов;
- рабочие эскизы фрез, заполняемые при испытаниях фрез;
- контролируемые параметры фрез.

При разработке Регламента испытаний внимательно учитывались требования охраны труда, промышленной и пожарной безопасности. К работам по испытанию режущих фрез допускаются лица, достигшие 18-летнего возраста, прошедшие медицинское освидетельствование, а также обучение безопасным приемам труда и инструктаж по технике безопасности на рабочем месте. В разработанном Регламенте приняты во внимание следующие риски:



- поражение подвижными частями производственного оборудования;
- поражение электрическим током;
- недостаточная освещенность рабочего места;
- попадание под действие тяжелых предметов;
- работы вблизи источников повышенного давления сжатого воздуха, газов и жидкостей;
- воздействие на работников повышенной запыленности и загазованности воздуха рабочей зоны;
- воздействие повышенного шума и др.

Регламент испытаний включает в себя определенный набор процедур и операций. Последовательность действий по контролю и испытанию должна выполняться для каждой проверяемой фрезы.

Первый этап заключается в проверке технической документации на фрезы (сертификаты, паспорта, инструкции по эксплуатации, сборочный чертеж, и т.д.). Особое внимание необходимо обращать на материал, из которого изготавливаются фрезы (режущие зубцы должны изготавливаться из стали высокой твердости).

Второй этап характеризуется визуально-измерительным контролем кольцевых режущих фрез. Необходимо провести визуальный осмотр фрез, при этом оценивается качество припайки зубьев. Контролю подвергается последовательность расположения напайки зубьев. Наружная, средняя, внутренняя напайки должны последовательно, равномерно чередоваться. Масса, габаритные размеры, крепежные отверстия фрез, их расположение и диаметры должны соответствовать паспортным данным и аналогичным фрезам, уже применяемым на производстве. Необходимо измерять расположение лепестков кольцевых режущих фрез, при этом все лепестки должны быть вертикальными и равноудаленными от центра фрезы. Кроме того, необходимо провести измерение расстояний от центра фрезы до внутренней и наружной кромки всех зубьев, полученные результаты должны быть равны между идентичными напайками. Для удобства проведения испытаний, получаемые результаты нанести на эскизные чертежи. Контролю также подлежит высота фрез, от ее основания до вершины всех зубьев. Также необходимо выполнить проверку геометрии фрез путем расположения на ровной горизонтальной поверхности зубьями вниз, при этом все зубья одновременно должны касаться поверхности.

Для проверки режущей фрезы в токарном станке ее необходимо присоединить к специальному хвостовику. Нанести на тело фрезы и хвостовика контрольные метки с шагом в 120°. При вращении фрезы на токарном станке не должно наблюдаться люфта и биений фрезы. Испытание проводится в трех положениях фрезы относительно хвостовика.

Фреза закрепляется в машине для врезок под давлением, при этом фреза в машинке должна закрепляться надежно, без люфта. Контроль соосности фрезы с адаптером машины выполняется путем измерения расстояния между стенкой адаптера и фрезой. Режущая фреза при холостых вращательно-поступательных движениях должна двигаться в адаптере свободно.

Третий этап заключается в проверке фрез на специальных испытательных стендах. Регламентом испытаний предусмотрено использование специальных испытательных стендов, рисунки 1, 2, 3. В качестве примера будем рассматривать параллельное испытание кольцевых режущих фрез Ду 200 и Ду 300. Материалы, необходимые для изготовления стендов для проверки кольцевых режущих фрез Ду 200 и Ду 300 приведены в таблице 1.

**Таблица 1** – Спецификация необходимых материалов

№ п/п	Наименование и техническая характеристика	Тип, марка, обозначение документа, опросного листа	Ед. изм.	Кол-во
1	2	3	4	5
1.	Труба 720x12. Марка стали – 09Г2С	ТУ 14-3-1270-2001	мм	2000
2.	Труба 325x12. Марка стали – 09Г2С	ТУ 14-3Р-1128-2007	мм	1900
3.	Труба 219x10. Марка стали – 09Г2С	ТУ 14-3Р-1128-2007	мм	1900
4.	Труба 57x11. Марка стали – 09Г2С	ТУ 14-3Р-1128-2007	мм	5000
5.	Переход 325x12-219x10. Марка стали 09Г2С	ГОСТ 17378-2001	ед.	1
6.	Заглушка эллиптическая 325 x 12. Марка стали – 09Г2С	ГОСТ 17379-01	ед.	1
7.	Заглушка эллиптическая – 219 x 10. Марка стали 09Г2С	ГОСТ 17379-01	ед.	1
8.	Фланец Ду 300 – «Flange WN 12 IN #600 RF»		ед.	1
9.	Фланец Ду 200 – «Flange WN 8 IN #600 RF»		ед.	1
10.	Фитинг Ду 300 – «STOPPLE 12» LOCK-O-RING® #600 RF»		ед.	1



Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5
11.	Фитинг Ду 200 – «STOPPLE 8» LOCK-O-RING® #600 RF»		ед.	1
12.	Манометр МП-4УУ2, класс точности – 1. В комплекте к нему кран КШ-10-80 с трубками Dn 10 мм		компл.	1
13.	Кран шаровый КШ-50, с номинальным давлением Pн не 8,0 МПа (80 кгс/см2)		ед.	2
14.	Швеллера 10		мм	16000
15.	Уголок 50 x 50		мм	28000
16.	Лист стальной 30,0 x 1000 x 1000. Марка стали – Ст20		м <sup>2</sup>	2

Первый испытательный стенд предназначен для проверки режущих свойств стандартных фрез. Конструкция стенда для испытания стандартных фрез, рисунок 3. Испытания проводятся для стандартных фрез Ду 200, Ду 300. Перед проведением испытаний производится подкрашивание режущих фрез для визуального определения равномерности касания поверхности трубы. Машину для врезок под давлением, с установленной в ней стандартной фрезой, состыковывают с заранее подготовленным стендом, имитирующим трубопровод, рисунок 3. Испытания по просверливанию отверстия с применением стандартной фрезы проводятся в горизонтальном положении.

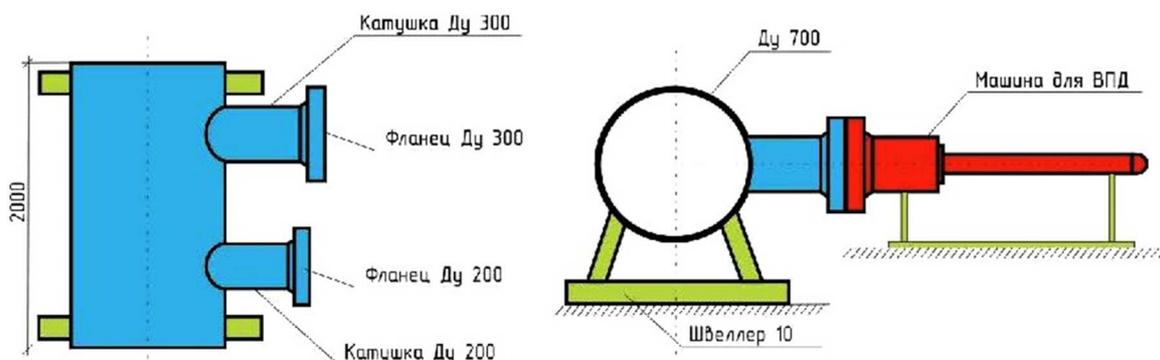


Рисунок 3 – Эскиз испытательного стенда № 1 для стандартных фрез

Второй стенд для испытаний предназначен для проверки режущих свойств фрез STOPPLE под давлением. Конструкция стенда для испытания фрез STOPPLE представлена на эскизе, рисунок 4. Испытания проводятся для фрез STOPPLE Ду 200, Ду 300. Перед проведением испытаний производится подкрашивание режущих фрез для визуального определения равномерности касания поверхности трубы. Машину для врезок под давлением с установленной в ней фрезой STOPPLE выставляют на заранее подготовленный стенд, имитирующий трубопровод, рисунок 4. Испытания по просверливанию отверстия с применением фрезы STOPPLE проводятся в вертикальном положении.

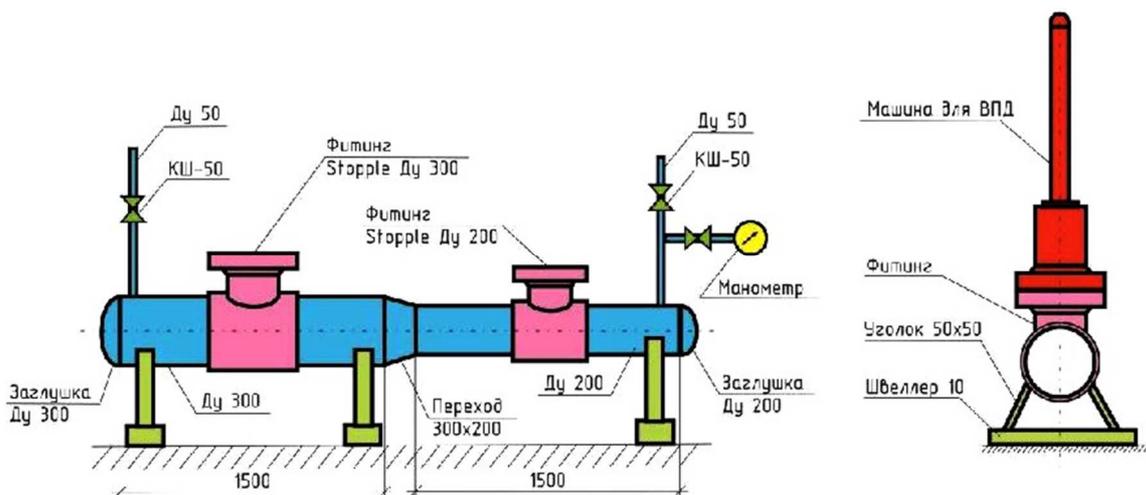


Рисунок 4 – Эскиз испытательного стенда № 2 для STOPPLE фрез



При проведении сверлильных работ на первом и втором стендах осуществляется контроль времени, за которое фрезы просверливают отверстия. По окончании сверления проводят визуальный осмотр фрез. Фрезы должны быть без деформаций, поврежденных зубьев (на зубьях не должно быть сколов). Края просверленных отверстий должны быть ровные, гладкие, без задигов.

Третий стенд предназначен для проверки работоспособности и установления периода стойкости кольцевых режущих стандартных и STOPPLE фрез Ду200, Ду300, с целью определения ресурса инструмента. Эскиз конструкции стенда для испытания фрез представлен эскизе, рисунок 5. Перед проведением испытаний производится повторное подкрашивание режущих фрез, для визуального определения равномерности касания поверхности трубы. В работе будет использован фланец и катушка Ду 300. Сначала просверливается отверстие фрезой Ду 200, затем, с целью экономии времени и материалов, на этой же позиции просверливается отверстие фрезой Ду 300, затем катушка с фланцем переставляется на новое место. Машину для врезок под давлением, с установленной в ней фрезой, размещают вертикально на заранее подготовленный стенд, с приваренным к нему фланцем, рисунок 5. По окончании сверления проводят визуальный осмотр фрез. Фрезы должны сохраниться без деформаций, поврежденных зубьев (на зубьях не должно быть сколов). Края просверленных отверстий должны быть ровные, гладкие, без задигов. Фрезы должны быть пригодны к дальнейшей работе. Испытания по просверливанию отверстия проводятся не менее трех раз для каждого типа фрезы.

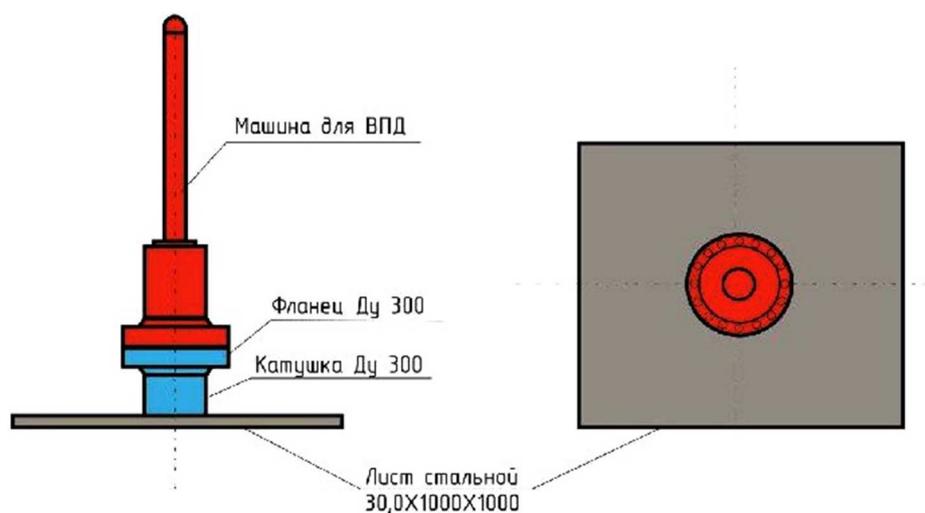


Рисунок 5 – Эскиз испытательного стенда № 3 для определения ресурса фрез

На четвертом этапе выдается заключение о возможности применения проверяемых фрез при проведении врезок в газопроводы под давлением. Важно отметить, что заключение должно основываться на результатах испытаний, которые должны постоянно вноситься в специальный журнал.

Для систематизации контролируемых параметров, измеряемых при проведении испытаний, был разработан специальный «Журнал испытания фрез».

По завершении испытаний составляется «Акт испытаний кольцевой режущей фрезы», в котором отражаются ее основные характеристики и результаты проведенных испытаний, дается характеристика о пригодности к применению в работах по врезкам в трубопроводы под давлением.

Качественно выполненные фрезы характеризуются следующими параметрами:

- расположение монтажных отверстий с высокой точностью;
- постоянная высота лепестков с режущими зубьями на теле фрезы;
- равно удалённость лепестков от центра фрезы;
- высокая прочность режущих зубьев;
- отсутствие биений и люфтов при закреплении фрезы в сверлильной машинке;
- по окончании сверлильных работ фрезы должны быть без деформаций, поврежденных зубьев (на зубьях не должно быть сколов).

Кроме того, кромка просверливаемого отверстия должна быть ровная, гладкая, без задигов, которые могли бы повредить, в последующем, используемую уплотнительную головку.

Применение инновационного оборудования и схем проведения работ по врезке в трубопроводы под давлением позволяет значительно снижать выбросы в атмосферу природного газа и поддерживать состояние эко системы на высоком уровне. Применение технологии врезок в трубопроводы под давлением, улучшает эко климат, бережет атмосферный воздух и делает мир лучше.



Разработанный Регламент испытаний фрез может быть использован при проведении испытаний кольцевых, режущих стандартных и STOPPLE фрез, предназначенных для высверливания отверстий в трубопроводах под давлением, в которых транспортируются как природный газ, так и нефть, нефтепродукты и вода.

#### Литература:

1. Зубов А.А. Техническое обслуживание и ремонт оборудования для проведения работ по врезке в газопроводы под давлением / А.А. Зубов и др. // Тезисы докладов 71-ой студенческой научной конференции «Нефть и газ – 2017». – М., 2017. – Т. 2. – С. 48.
2. Пивнов В.П. Целесообразность применения технологии ремонтных работ на газопроводах врезкой под давлением / В.П. Пивнов и др. // Тезисы докладов 63-ей студенческой научной конференции «Нефть и газ – 2009». – М., 13–16 апреля 2009. – С. 9.
3. Пивнов В.П. Анализ перспектив развития технологий и оборудования для проведения врезок в трубопроводы под давлением / В.П. Пивнов и др. // Тезисы докладов 13-ой всероссийской конференции молодых ученых, специалистов и студентов «Новые технологии в газовой промышленности (газ, нефть, энергетика)». – М., 2019. – С. 216–217.

#### References:

1. Zybov A.A. Maintenance and repair of equipment for work on the hot tapping in the pipelines / A.A. Zybov et al. // 71st International youth scientific conference «Oil and gas – 2017». – M., 2017. – Part 2. – P. 48.
2. Pivnov V.P. Expediency of applying the technology of repair works on gas pipelines by tapping under pressure / V.P. Pivnov et al. // 63rd student scientific conference «Oil and gas – 2009». – M., 2009. – P. 9.
3. Pivnov V.P. Analysis of prospects of development of technologies and equipment for tie-ins in pipelines under pressure / V.P. Pivnov et al. // 13th all-Russian conference of young scientists, specialists and students «New technologies in the gas industry (gas, oil, energy)». – M., 2019. – P. 216–217.