

# ОБРАБОТКА РЕЗЬБ НЕФТЯНОГО И ГАЗОВОГО СОСТАМЕНТА

ЗАО "РЕЗЬБОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ"

Москва 2005

## **Предисловие**

к третьей редакции.

Первая редакция этой брошюры была подготовлена и выпущена нами весной 1997 года, вторая редакция вышла в конце того же года.

Шестилетний опыт работы по обеспечению трубных баз специальным инструментом для обработки резьбовых концов труб и муфт нефтяного сортамента убеждает нас в целесообразности издания подобного материала.

Нам кажется полезным представить потребителям в обобщенном виде ряд технологических вопросов, связанных с эксплуатацией современного твердосплавного инструмента, прежде всего, резьбового.

В третье издание мы внесли некоторые коррективы с учетом откликов наших потребителей. Мы постарались упорядочить номенклатуру выпускаемого инструмента, представленного в приложениях, свели его обозначение в систему, привязанную к основным эксплуатационным характеристикам, там где это возможно, перешли на классификацию по ИСО (ISO)

Мы надеемся, что новая редакция брошюры будет полезна потребителям.

По всем вопросам, связанным с этой брошюрой, а также по вопросам инструментального обеспечения просим обращаться в ЗАО "Резьбовые технологии"

111123, Москва, ш.Энтузиастов, д.56

Тел. (095) 176-3854, 176-3858

Факс. (095) 176-3904

e-mail: [info@reztec.ru](mailto:info@reztec.ru)

<http://www.reztec.ru/>

## **Предисловие.**

В настоящее время эксплуатационные службы нефтяных и газовых месторождений все больше внимания уделяют ремонту труб. Это связано, прежде всего, с экономическими причинами: покупка новых труб у металлургических заводов, их транспортировка тяжелым бременем ложатся на себестоимость добычи. В то же время, за предыдущие десятилетия скопились немалые запасы старых, но еще вполне годных к использованию труб. Нужно только нарезать новые резьбы на концах труб и изготовить новые муфты.

Однако нередко в этом вопросе наблюдается упрощенный подход, который может принести ощутимые потери в случае аварии. Хорошо известно, что большой процент обрывов колонн происходит из-за дефектов в резьбовых соединениях.

Требования к бурильным, обсадным и насосно-компрессорным трубам и муфтам к ним изложены в ГОСТ 631, ГОСТ 632, ГОСТ 633.

Пренебрежение требованиями этих стандартов в большинстве случаев и является причиной аварий. За соответствие стандартам материала труб, их прочности, толщины стенок и т.д. несут ответственность предприятия-изготовители. Однако в случае ремонта труб надлежащее качество новых резьбовых соединений должно обеспечиваться уже ремонтными службами.

Между тем, требования к резьбам нефтяного сортамента достаточно высоки.

Так, для треугольных резьб погрешность шага на длине 25.4 мм не должна превышать  $\pm 0.075$  мм, допуск на высоту профиля – 0.15 мм, погрешность конусности на длине 100 мм не может превышать 0.5 мм. Для современных трапецидальных резьб требования еще жестче: погрешность шага на длине 25.4 мм –  $\pm 0.05$  мм, допуск на высоту профиля – 0.06 мм, отклонение по конусности для исполнения А – не выше 0.25 мм, а допуск на ширину впадины и величину радиусов профиля составляет 0.05 мм.

Задача усложняется еще тем, что резьба нарезается на материалах с высокими физико-механическими свойствами, в связи с чем желательное применение инструмента из твердого сплава.

Обеспечить требуемую точность обработки такой резьбы без применения твердосплавного прецизионного фасонного инструмента практически невозможно. Излишне говорить, что качественное изготовления такого инструмента вне высокотехнологичного специализированного производства абсолютно нереально.

Доля стоимости инструмента в затратах на добычу нефти и газа невелика. В то же время, грамотный подход к этому вопросу позволяет эксплуатационникам избежать больших убытков, связанных с авариями при обрывах колонн.

Эта брошюра ставит перед собой целью кратко рассмотреть основные проблемы, связанные с обработкой резьб нефтяного сортамента при ремонте труб и, основываясь на опыте работы специализированных трубных заводов и передовых ремонтных служб, дать рекомендации по инструментальному обеспечению такого производства.

## Эксплуатация скважин и условия работы труб нефтяного сортамента.

Необходимость в специальных трубах нефтяного сортамента связано со специфическими требованиями, предъявляемыми условиями их эксплуатации.

Трубы используются при бурении и эксплуатации скважин.

Глубина скважин для разведки и добычи нефти и природного газа колеблется от 1200 м для мелких до 2200-5000 м для глубоких. Бурятся и сверхглубокие скважины глубиной свыше 5000 м. К сверхглубоким скважинам за рубежом относят скважины, глубина которых превышает 4700 м.

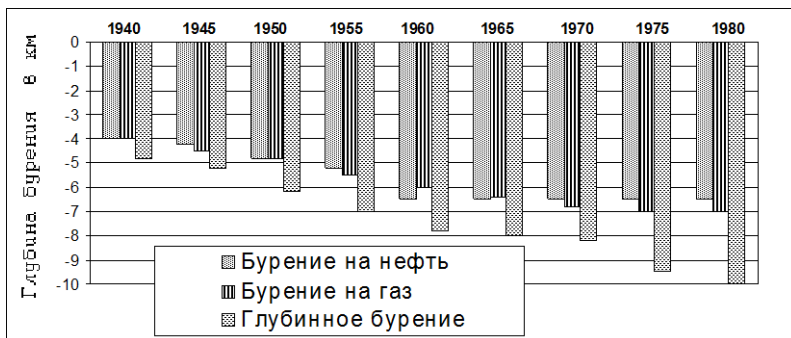


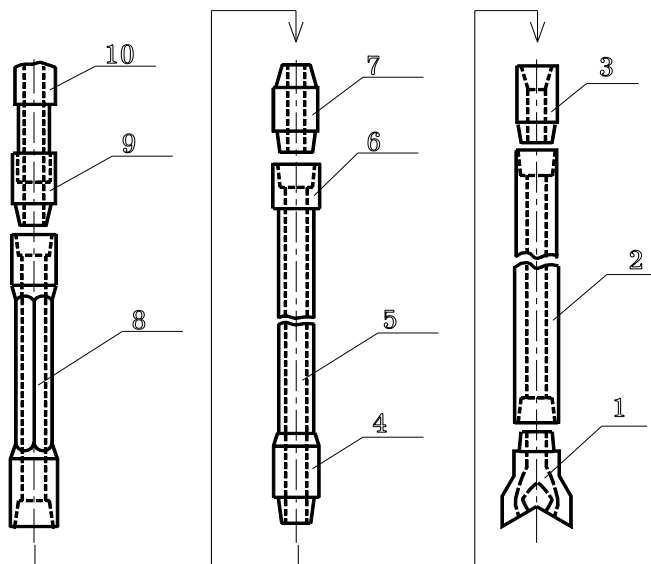
Рис.1 Динамика изменения глубины бурения.

За период с 1940 по 1980 г. глубина разведочных и эксплуатационных скважин на нефть и газ возросла в 1.5-2.5 раза (см. рис.1).

Предполагается вскрытие залежей нефти на глубинах до 8000 м, природного газа - до 12000 м. Предполагается нахождение нефти и газа на глубинах до 24000 м.

Основные затраты на сооружение скважины приходятся на бурение (примерно 60 % времени и 73 % затрат). Разрушение горных пород осуществляется, чаще всего, при помощи долот. Вращение долоту сообщается от привода при помощи **бурильной колонны**.

В зависимости от расположения привода различают роторное бурение и бурение с помощью забойных двигателей. Компоновка бурильной колонны при роторном бурении приведена на рис.2.



1 — долото; 2 — утяжеленные бурильные трубы; 3, 7, 9 — переход-

ники; 4, 6 — замки; 5 — бурильные трубы; 8 — ведущая бурильная труба; 10 — вертлюг.

**Рис.2** Компоновка бурильной колонны при роторном бурении.

Для изоляции вскрытых пластов, предотвращения перетока жидкости или газа из одного горизонта в другой, обрушения стенок скважины закрепляют **обсадными колоннами**, составленными из **обсадных труб**.

Размеры (диаметр, толщина стенки) обсадных труб, прочностные характеристики их материала выбирают в зависимости от физико-механических свойств пород, состава рабочей среды и глубины скважины.

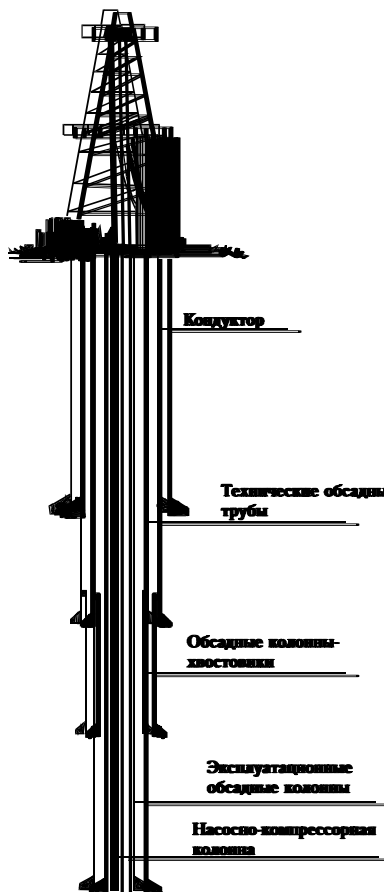
На рис. 3 видно использование обсадных труб при оборудовании скважины. Показано устройство скважины с колоннами, состоящими из различных видов обсадных труб. По назначению колонны разделяют на **направление, кондуктор, техническую колонну, эксплуатационную колонну обсадных труб**.

После спуска обсадные колонны цементируются путем нагнетания в них цементного раствора и продавливания его в затрубное пространство между стенкой скважины и обсадными трубами. Цементирование предохраняет трубы от разрушения и снижает вероятность нежелательных явлений в скважине.

В законченную скважину опускают **насосно-компрессорные трубы**, над устьем устанавливают запорную арматуру, путем закачки воды или нагнетания воздуха из скважины удаляют промывочный раствор, скважина вступает в стадию эксплуатации.

На всех стадиях строительства и эксплуатации скважин используют **трубы нефтяного сортамента, стоимость которых в общей стоимости оборудования скважины составляет около 60 %**. В процессе экс-

платации трубы подвержены воздействию сложных нагрузок. Величина и характер их зависят от назначения труб, глубины скважины, способа бурения и эксплуатации.



**Рис.3.** Устройство эксплуатационной скважины

В наиболее сложных условиях работают бурильные трубы. Воздействие осевых нагрузок, центробежных сил и крутящего момента вызывает изгиб колонны, который



усугубляется искривлением скважины из-за разной буримости пород. При вращении изогнутой колонны возникают знакопеременные изгибающие усилия. Дополнительные знакопеременные нагрузки возникают в результате пульсации промывочной жидкости, вибрации инструмента, особенно при разбурировании крепких пород.

При знакопеременных нагрузках очень сильно влияют концентраторы напряжений, изменяя форму и нарушая сплошность поверхности (резьба, дефекты, поверхности).

В большинстве случаев усталостное разрушение бурильных колонн происходит в интервале 500-1200 м, т.е. в зонах интенсивного искривления ствола скважин. Усталостное разрушение резьбовых соединений характерно также для утяжеленных и ведущих бурильных труб. Соединение этих труб имеет меньшую площадь поперечного сечения, чем тело трубы, т.е. менее жесткое и, кроме того, **сильный концентратор напряжения - резьбу.**

Бурильные трубы работают в агрессивной среде промывочного раствора, что также способствует снижению усталостной прочности труб. Циркуляция промывочного раствора внутри бурильной колонны вызывает **промыв резьбового соединения** или тела трубы. В резьбовом соединении промыв происходит или по винтовой линии, или по образующей конуса резьбы. **Способствуют промыву неточности изготовления соединения, приводящие к увеличению зазоров.**

**Обсадные трубы** подвержены воздействию статических нагрузок, дополнительных нагрузок динамического характера, возникающих при спуске колонн (при расхождении колонн в случае прихвата, при резком торможении), нагрузок, возникающих в процессе цементирования при

схватывании цементного раствора. При перекрытии соленосных горизонтов возникают дополнительные изгибающие усилия от их сжатия. В результате действия перечисленных нагрузок возможны повреждения обсадных колонн – **потеря герметичности соединения**, их разобшение, разрушение от внутреннего давления и т.д. Воздействие агрессивных сред приводит к коррозионному разрушению. Действие осевых растягивающих нагрузок приводит к нарушению герметичности, к разобшению соединений. Этому способствуют дополнительные изгибающие усилия. Например, при креплении наклонных скважин по мере увеличения интенсивности их искривления **вероятность нарушений в резьбовых соединениях** обсадной колонны также увеличивается. При растяжении в резьбовом соединении возникают радиальные усилия, которые сжимают трубу и стремятся увеличить диаметр муфты. Так как сечение трубы менее жестко, чем муфты, то ее радиальные деформации больше, и при определенной величине осевой нагрузки резьба трубы выходит из сопряжения с резьбой муфты. Наиболее часто разобшение соединений происходит в технических колоннах диаметром 219-324 мм. Реже - в эксплуатационных, что объясняется меньшей жесткостью поперечного сечения. **Потере герметичности, разобшению соединений способствуют неточности их изготовления, нарушения технологии сборки.**

**Насосно-компрессорные трубы** выходят из строя в результате износа резьбовых соединений, истирания стенок муфтами насосных штанг, коррозии. **Износ резьбовых соединений труб происходит вследствие частого развинчивания и свинчивания при подъеме и спуске насосно-компрессорных колонн**, производимых для очистки труб, осмотра и других целей.

Большое влияние на работоспособность труб нефтяного сортамента оказывают условия, в которых они работают: высокие температуры, большие скорости течения различных растворов в трубах, наличие коррозионных сред: углекислый газ ( $CO_2$ ), сероводород ( $H_2S$ ), хлориды ( $NaCl$ ), продукты, используемые при обработке скважин кислотой, бактерии месторождения или внесенные при нагнетании растворов в скважины.

Коррозия труб под воздействием агрессивных сред усиливается эрозией металла, так как промывочные растворы содержат песок. Сочетание общей коррозии с эрозией приводит к **промыву резьбовых соединений**, тела трубы в местах нарушения сплошности поверхности.

Таким образом, трубы нефтяного сортамента работают в сложных условиях комплексного нагружения, под действием температур, агрессивных сред. Поэтому к их качеству предъявляются высокие требования. Различные сочетания этих факторов **требуют создания высокогерметичных и высокопрочных соединений**.

## **Резьбы нефтяного сортамента.**

Основной отличительной особенностью соединений труб и муфт нефтяного сортамента является применение конических резьб. **Главным преимуществом конической резьбы является ее высокая герметичность.**

Конические резьбы нефтяного сортамента имеют треугольный профиля с углом  $60^\circ$  или трапецеидальный профиль с углами наклона профиля  $3^\circ$  и  $10^\circ$  для обсадных труб и труб НКМ с шагом 5.08 мм, по  $15^\circ$  для бурильных труб и  $3^\circ$  и  $30^\circ$  для труб НКМ с шагом 4.232 мм.

**В России, в основном, используются следующие резьбы нефтяного сортамент:**

**ГОСТ 631 “Трубы бурильные с высаженными концами и муфты к ним”** регламентирует два вида резьбы: коническую треугольного профиля с шагом 2.54 мм и коническую трапецеидальную с шагом 5.08 мм.

Следует отметить, что трапецеидальная резьба на бурильных трубах применяется сравнительно редко.

**ГОСТ 632 “Трубы обсадные и муфты к ним”** также предусматривает применение конической треугольной и трапецеидальной резьб. При этом шаг треугольной резьбы 3.175 мм, а трапецеидальной 5.08 мм.

Трапецеидальная резьба используется в соединениях ОТТМ, ОТТГ, безмуфтовых соединениях ТБО. При этом собственно профиль резьбы остается одинаковым,

различия касаются лишь дополнительных уплотнительных поверхностей, повышающих герметичность соединения.

Следует отметить, что основной особенностью резьбового соединения с трапецеидальной резьбой является его высокая сопротивляемость растягивающим нагрузкам. Трубы с трапецеидальной резьбой предназначены для использования их в наиболее нагруженных участках, т. е. в верхней части обсадной колонны.

Кроме того, за счет конструктивных особенностей трапецеидальной резьбы прочность на растяжение, например, у труб ОТТМ на 25-50% выше, чем у соединений обсадных труб треугольной резьбой. Это позволяет при том же коэффициенте запаса прочности использовать трубы с резьбой ОТТМ с уменьшенной до 2 мм толщиной стенки или применять трубы из стали с более низкими механическими свойствами (например, из стали группы прочности К вместо группы прочности Л).

**ГОСТ 633 “Трубы насосно-компрессорные и муфты к ним”** отличается от предыдущих применением четырех типоразмеров резьб: двух с треугольным профилем (шаги 2.54 и 3.175 мм) и двух с трапецеидальным (шаги 4.232 и 5.08 мм).

Если профили треугольных резьб по всем трем ГОСТам почти не отличаются (если не считать некоторых различий по техническим требованиям), то профили трапецеидальных в каждом ГОСТе свои.

**Кроме того, к нефтяному сортаменту относятся замковые резьбы, регламентированные ГОСТ 5286-75.** Это треугольные конические резьбы с шагами 5.08 и 6.35 мм и конусностью 1:4 и 1:6.

Эскизы и параметры всех резьб, предусмотренных перечисленными ГОСТами, приводятся в приложении 3.

Сортамент резьб, применяемых за рубежом, существенно шире. В основном, используются резьбы, предусмотренные спецификациями 5В и 7 API (Американского нефтяного института). Это треугольные резьбы *API Round 60°* и *API 60°*, трапецеидальная резьба *API Buttress* по спецификации 5В.

Однако наряду с этими резьбами используются соединения, предлагаемые ведущими фирмами-производителями труб нефтяного сортамента.

Соединение VAM фирмы “Vallourec” (Франция) по параметрам резьбы практически повторяет BUTTRESS, отличаясь только конструктивными особенностями уплотнительных поверхностей, а трапецеидальные резьбы New-VAM, применяемые для соединения насосно-компрессорных труб, имеют шаги 4.232 и 3.175 мм.

Фирма “Mannesmann” (ФРГ) предлагает серию резьб “OMEGA” с шагами 6.35 и 8.467 мм. Наиболее широкую гамму резьбовых соединений предлагает фирма “Hydril” (США). Здесь можно найти двухступенчатые цилиндрические и конические резьбы трапецеидального профиля, резьбы с формой профиля типа “ласточкин хвост”, разношаговые резьбы и т.д. Соединения отличаются высокими рабочими характеристиками, очень сложны в изготовлении и применяются, в основном, в условиях, когда к герметичности соединений предъявляются особо высокие требования.

Хотя сегодня в России и СНГ используются, большей частью, соединения труб по нашим ГОСТам, в последнее время, все чаще встречаются резьбы “BUTTRESS”, в газовой промышленности все большее применение находят соединения “VAM” и “New-VAM”.

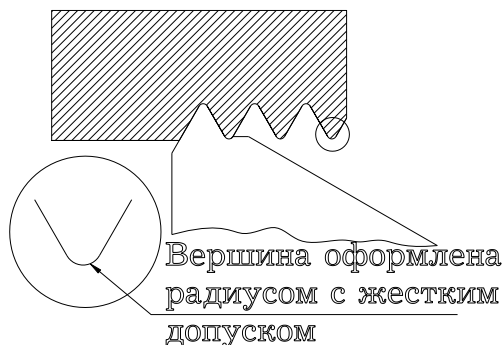
## **Почему при изготовлении резьб нефтяного сортамента нужен специальный инструмент.**

Из предыдущих глав можно сделать два вывода. Во-первых, необходимо обеспечить строгое соответствие профиля резьбы требованиям стандартов, так как большая доля аварий (обрывов колонн) происходит из-за плохой герметичности соединений. Во-вторых, без применения специального фасонного инструмента обеспечить выполнение этого требования практически невозможно.

Это связано, прежде всего, с тем, что в отличие от обычных, например, метрических (рис. 4), резьбы нефтяного сортамента имеют жестко оговоренные параметры профиля не только по сторонам, впадинам, но и вершинам зубьев.



**Рис. 4** Нарезание резьбы с неполным профилем (вершина резьбы не



формируется резьбообрабатывающим инструментом)

**Рис. 5** Нарезание резьбы с вершиной, оформленной радиусом (вершина резьбы обязательно формируется полнопрофильным резьбообрабатывающим инструментом)

Обеспечить эти требования можно только при использовании инструмента с полным профилем. На рис. 5 это проиллюстрировано для случая треугольной резьбы. В случае нарезания трапецеидальной резьбы требования к инструменту еще жестче, так как необходимо обеспечить точное сопряжение профиля в местах сопряжения радиуса и наружного диаметра.

Если внимательно ознакомиться с допусками на элементы профиля резьб, приведенные в приложении и учесть, что допуски на инструмент в ряде случаев жестче, то становится понятно, что изготовление такого инструмента без применения специального оборудования, например, оптических профилишлифовальных станков практически невозможно. Именно поэтому для обработки резьб нефляного сортамента всегда применялся специальный высокоточный



инструмент, сначала импортный (американский), а с конца сороковых годов – отечественный. Этот вопрос кратко освещен в следующей главе.

## **История развития инструмента и технологии для нарезания резьб нефтяного сортамента**

До конца сороковых годов резьбы нефтяного сортамента нарезались, в основном, импортным (американским) инструментом. Это были трубо- и муфто-нарезные патроны – очень сложный как в изготовлении, так и в эксплуатации резьбонарезной инструмент, состоящий более чем из 150 деталей, работавший на специальных (тоже американских) станках.

Собственно режущим инструментом в этих патронах были призматические (для муфт малых размеров) и круглые быстрорежущие гребенки из быстрорежущей стали.

Резьба при этом нарезалась за один проход одновременно с проточкой (или расточкой) под резьбу, для чего передняя часть профиля гребенок была специальным образом спрофилирована. Скорость резания при этом составляла 5-7 м/мин.

В конце сороковых годов воспроизводство этого инструмента было освоено отечественной инструментальной промышленностью. Это была большая и сложная работа, выполнявшаяся большой группой высококвалифицированных конструкторов и технологов.

Одновременно отечественная станкостроительная промышленность освоила производство трубо- и муфтонарезных станков.

Однако уже пятидесятых годах в связи с использованием при производстве труб современных сталей и совершенствованием твердосплавного инструмента на

Западе стал находить все большее применение метод многопроходного нарезания резьбы твердосплавными резьбовыми резцами и гребенками на специальных токарных полуавтоматах.

Это было связано с тем, что наряду с улучшением эксплуатационных характеристик применение этих сталей влекло за собой ухудшение обрабатываемости и возникновение проблем при нарезании резьбы. Например, обработка высокопрочных труб с временным сопротивлением материала более  $\sigma \geq 750$  МПа быстрорежущим инструментом практически невозможна.

Кроме того, метод нарезания резьб патронами с быстрорежущими гребенками не давал возможности стабильно получать шероховатости поверхности резьбы лучше, чем  $Rz=20-40$  мкм, что не соответствовало требованиям стандарта ( $Rz \leq 20$  мкм).

В начале шестидесятых годов для ряда трубопрокатных заводов была произведена закупка этого оборудования и инструмента, а в середине шестидесятых производство твердосплавных многозубых резьбовых гребенок для этого метода было начато нашей инструментальной промышленностью. Примерно в это же время станкостроители освоили производство токарных станков для обработки труб и автоматических линий по обработке муфт на трубных заводах. Скорость резания здесь составляла уже 60-80 м/мин.

Следующий шаг в технологии обработки резьб нефтяного сортамента в нашей стране был совершен в конце семидесятых - середине восьмидесятых годов, когда были произведены крупные закупки современного оборудования с числовым программным управлением. На этом оборудовании работал уже инструмент следующего поколения: твердосплавные резьбовые пластины с

многослойными износостойкими покрытиями. Скорости резания достигли значений 120-140 м/мин, а в отдельных случаях, (на специальном оборудовании, при применении особых марок твердого сплава) и 220-240 м/мин.

С середины восьмидесятых годов такой инструмент стал серийно выпускаться в нашей стране, постоянно совершенствуясь и приспособляясь к разнообразным требованиям заказчиков.

Сегодня за рубежом применяются два основных метода обработки резьб нефтяного сортамента. Во-первых, это многопроходное нарезание на станках с программным управлением, применяемое при изготовлении небольших и средних партий труб и муфт, а также при изготовлении сложных современных соединений с дополнительными уплотняющими поверхностями, с разношаговостью по левой и правой сторонам профиля и т.д. Во-вторых, это однопроходное нарезание головками, оснащенными твердосплавными резбовыми пластинами, применяемое в массовом производстве обычных (по западным меркам) соединений, не усложненных дополнительными уплотнительными поверхностями. Во втором случае обеспечивается более высокая производительность, однако при этом применяется очень дорогостоящее оборудование, и этот метод применяется только очень крупными фирмами США, ФРГ и Японии.

В России и СНГ в настоящее время все трубные заводы используют метод многопроходного нарезания. Исключение составляет только Выксунский металлургический завод, где обсадные трубы большого диаметра обрабатываются за один проход на японском оборудовании.

Трубопрокатные заводы используют твердосплавные резьбовые пластины с износостойкими покрытиями.

Применение этого инструмента по сравнению с твердосплавными призматическими гребенками обеспечивает ряд преимуществ:

- повышается производительность труда за счет более высоких скоростей резания;
- увеличивается стойкость резьбового инструмента;
- не нужно организовывать и содержать специальные участки по переточке резьбового инструмента, оснащенные станками для электрохимической заточки.

Что касается трубных баз, то здесь в применении резьбового инструмента сегодня наблюдается большое разнообразие: от современного твердосплавного инструмента с покрытиями до самодельных резцов из быстрорежущей стали, затачиваемых токарями.

Естественно, что в последнем случае выдержать необходимые геометрические параметры практически невозможно. Следствием такого подхода является изготовление некачественных резьбовых соединений. Особенная опасность заключается в том, что при нарезании резьбы инструментом с бракованным профилем опытный токарь все равно может подогнать резьбу по калибру и сдать ее как годную. При этом, однако, геометрические параметры профиля не будут соответствовать требованиям стандарта, что приведет к нарушению герметичности соединения и может вызвать аварию. **Компенсировать погрешности профиля резьбы, вызванные применением бракованного инструмента, практически невозможно.** Поэтому в любом случае для обеспечения нарезания нормальной резьбы следует

применять качественный резьбовой инструмент, изготовленный на специализированном предприятии.

Разумеется, выбор инструмента для резьбонарезания зависит от имеющегося в наличии оборудования. С точки зрения повышения производительности, целесообразно применение многозубого инструмента, так как он дает возможность снизить число проходов при резьбонарезании. Обычно при применении такого инструмента нарезание треугольной резьбы происходит за 3-4 прохода, а трапецеидальной – за 4-6 проходов. Однако, применение такого инструмента приводит к увеличению поперечных усилий резания ( $P_y$ ), что при недостаточной жесткости станка, например, если станок старый и разболтанный, может привести к возникновению вибрации, снижению стойкости (или просто поломке) инструмента. В этом случае мы не только повысим расход инструмента, но и получим реальное снижение производительности за счет неоправданных потерь времени на частые переналадки. В то же время, применение однозубого инструмента на оборудовании, находящемся в хорошем состоянии, будет сдерживать производительность, так как число проходов здесь по сравнению с многозубым инструментом придется увеличить в 3-4 раза.

*Учитывая большое разнообразие требований к резьбонарезанию, различное состояние имеющегося у потребителей оборудования, мы предлагаем широкий номенклатурный ряд инструмента, призванный удовлетворить самые различные требования.*

## **Предварительная обработка труб и муфт под нарезание резьбы.**

Рассмотрим весь комплекс вопросов, связанных с нарезкой резьбы: оборудование, технологию, включая подготовку концов труб и муфт к нарезанию резьбы, рекомендуемый режущий инструмент.

В условиях трубных заводов действует жесткий технологический регламент отделки труб и муфт (т.е. их подготовки к нарезанию резьбы и собственно нарезания), закрепленный в технологических процессах и привязанный к конкретному оборудованию. Ориентация трубных заводов на массовое и крупносерийное производство труб предопределило технологический парк: это автоматические линии и импортные станки с числовым программным управлением.

В условиях трубных баз применение столь дорогостоящего оборудования мало реально и неоправданно. В основном, здесь используются универсальные токарно-винторезные станки, оснащенные линейкой для нарезания конических резьб. Желательно, чтобы станки были оснащены двумя патронами – передним и задним. Это уменьшит вибрации при работе станка, даст возможность работать на повышенных режимах и снизит вероятность поломок режущего инструмента.

В случае наличия высококвалифицированных специалистов по электронике может быть целесообразным применение отечественных токарных станков с ЧПУ.

В качестве инструмента при предварительной обработке труб и муфт целесообразно использовать твердосплавный инструмент. **На трубных заводах еще в**

**70-х – 80-х годах был проведен переход на сборный твердосплавный инструмент.**

К сожалению, на трубных базах продолжают использовать неоправданно много твердосплавного напайного инструмента. Это объясняется устоявшейся привычкой и кажущейся дешевизной такого инструмента. На самом деле, полная стоимость эксплуатации напайных резцов достаточно высока. Необходимо учитывать, что из-за низкого качества пайки, снижения свойств твердого сплава после переточек и т.д. приходится работать на заниженных скоростях резания. Рациональное использование напайного инструмента предполагает очень высокую квалификацию заточников, использование алмазных заточных кругов, применение охлаждения при переточке.

**Применение сборного твердосплавного инструмента, реально снижает эксплуатационные расходы, увеличивает производительность труда, повышает культуру производства.**

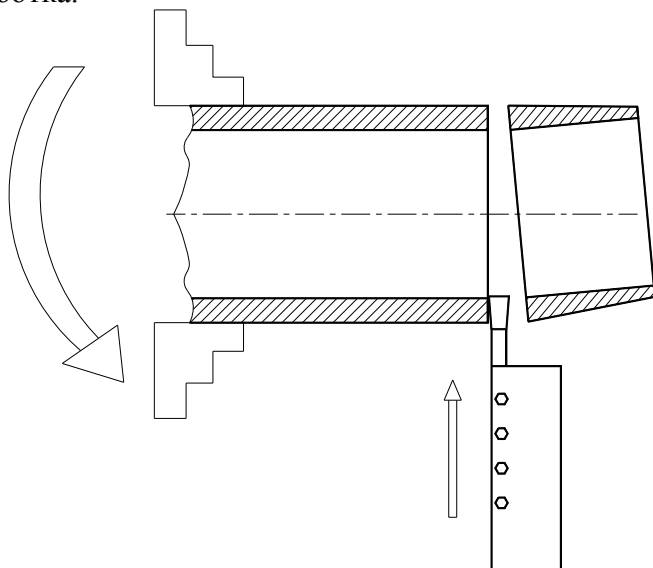
Технология обработки концов труб включает в себя несколько операций или переходов<sup>1</sup> (в зависимости от имеющегося оборудования) В дальнейшем, для удобства изложения, мы будем иногда использовать термин “операция” вместо “переход”.

---

<sup>1</sup> Имеется в виду, что при одной и той же технологии процесс может быть разделен на операции, если приходится переустанавливать деталь, или переходы, если в ходе обработки деталь не переустанавливается, а происходит только смена инструмента.

## Обработка труб

Эта операция может быть произведена как на специально отведенных для этого станках, так и на том же станке, на котором будет производиться вся дальнейшая обработка (в последнем случае мы можем говорить о переходе). Выбор того или иного варианта предопределяется конкретным составом оборудования, квалификацией рабочих, традиционным построением технологии. На металлургических заводах отрезка концов труб чаще производится на специальном отрезном оборудовании (фрезерно-отрезные станки, установки плазменной резки и т.д.). В то же время, в случае необходимости отрезки забракованного после резьбонарезания конца трубы, отрезку могут производить на том же станке, на котором производится основная обработка.

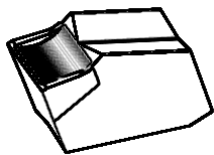




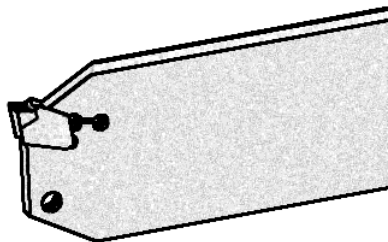
**Рис.6** Отрезка старого резьбового конца.

При отрезке на токарных станках используют отрезные резцы. На ряде баз применяют напайные твердосплавные и даже цельные быстрорежущие резцы. При этом из-за низкого качества пайки, плохого качества переточки и т.д. приходится работать на пониженных скоростях резания. Кроме того, инструмент часто ломается, что приводит к дополнительным потерям времени. После поломок бывает нужно снова производить отрезку еще одного участка трубы, из-за оставшихся в месте разрезки остатков инструментального материала, что не дает завершить начатый рез.

Наиболее грамотным решением в части использования инструмента при отрезке на токарном станке является выбор пластинчатого сборного отрезного резца с твердосплавной быстросменной пластиной (рис.7). Общий вид отрезного резца приведен на рис.8.



**Рис.7.** Сменная твердосплавная отрезная пластина.

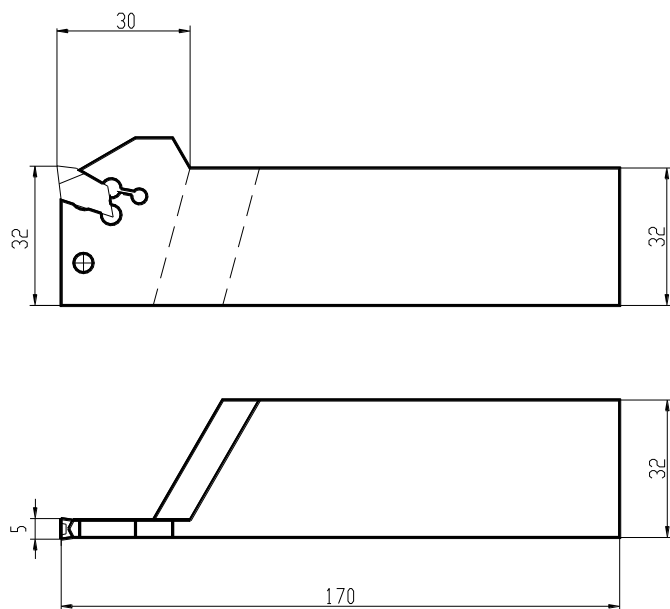


**Рис. 8** Отрезной резец со сменной твердосплавной пластиной

Преимуществом конструкции является высокая стойкость режущей пластины, возможность работы с повышенными скоростями резания, удобство смены пластины.

Такой резец может эксплуатироваться на любом токарном станке. Переходник можно заказать индивидуально с учетом размеров резцедержателя.

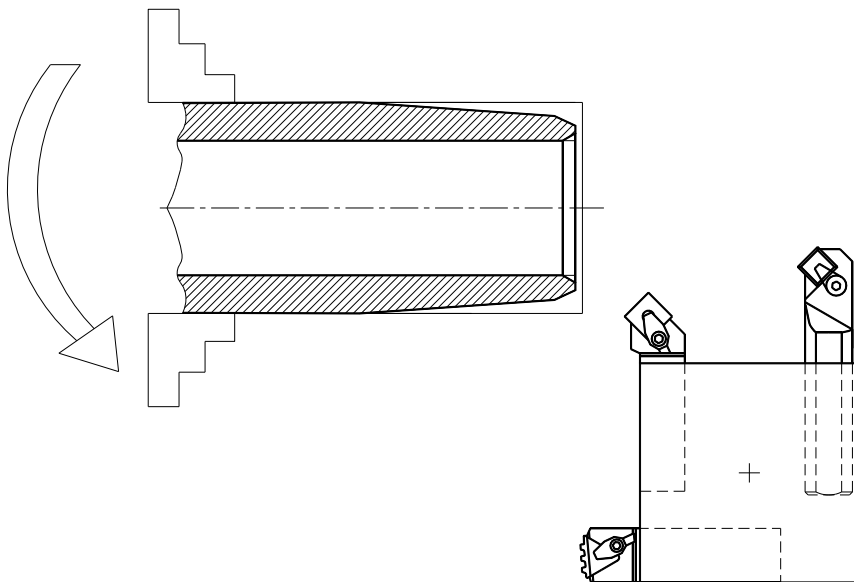
Кроме того, потребителям предлагается отрезной сборный резец с полноразмерной державкой 32x32 мм или 32x25 мм., не нуждающийся в переходнике. Номер чертежа для заказа РТ-001. (См. рис.8а)



**Рис. 8а** Отрезной сборный резец с полноразмерной державкой 32х32 мм., не нуждающийся в переходнике.

### **Проточка наружного диаметра на конус, подрезка торца, снятие внутренней и наружной фасок.**

Как правило, все эти переходы объединены в одну операцию, то есть, производятся без переустановки трубы вне зависимости от того, происходит ли обработка на станке с ЧПУ или универсальном токарно-винторезном станке.



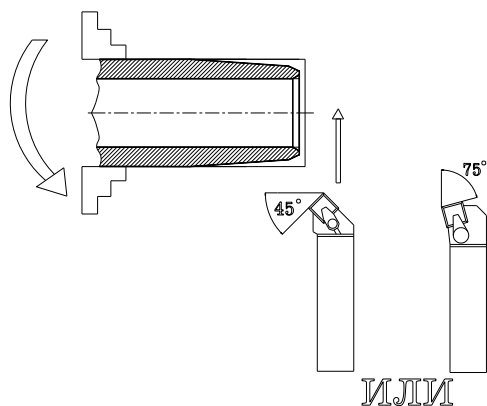
**Рис.9** Обработка конца трубы на токарном станке

## Подрезка торца трубы.

Эта операция производится для получения качественной торцевой поверхности трубы, что необходимо для контроля нарезанной резьбы резьбовым калибром-кольцом.

Подрезка торца производится с одного установка с проточкой конуса. При этом, в случае применения на проточке резца с  $\varphi=45^\circ$ , можно использовать его и для подрезки.

При использовании на проточке резца с другим углом в плане для подрезки торца приходится использовать другой инструмент. При этом может быть использован подрезной резец с  $\varphi=75^\circ$ .



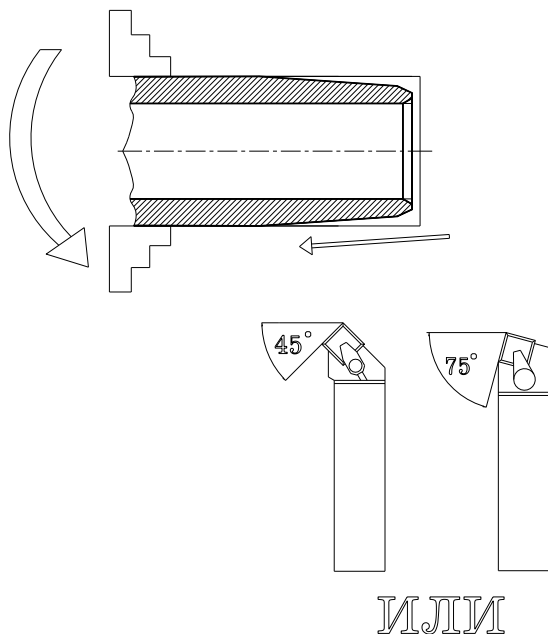
**Рис. 10** Подрезка торца трубы.

Показаны 2 типа применяемых резцов, предпочтительней 1-й  
(обозначение заказа по ISO - PSSNR 3225 P15)

### Проточка конуса под резьбу.

При обработке трубы на станке с ЧПУ проточка конуса ведется по программе. Как правило, окончательно настройка на угол производится путем введения коррекции в программу станка. При обработке на универсальном оборудовании угол конуса обеспечивается настройкой конусной линейки станка. В этом случае получение точного угла конуса зависит от опыта и квалификации токаря.

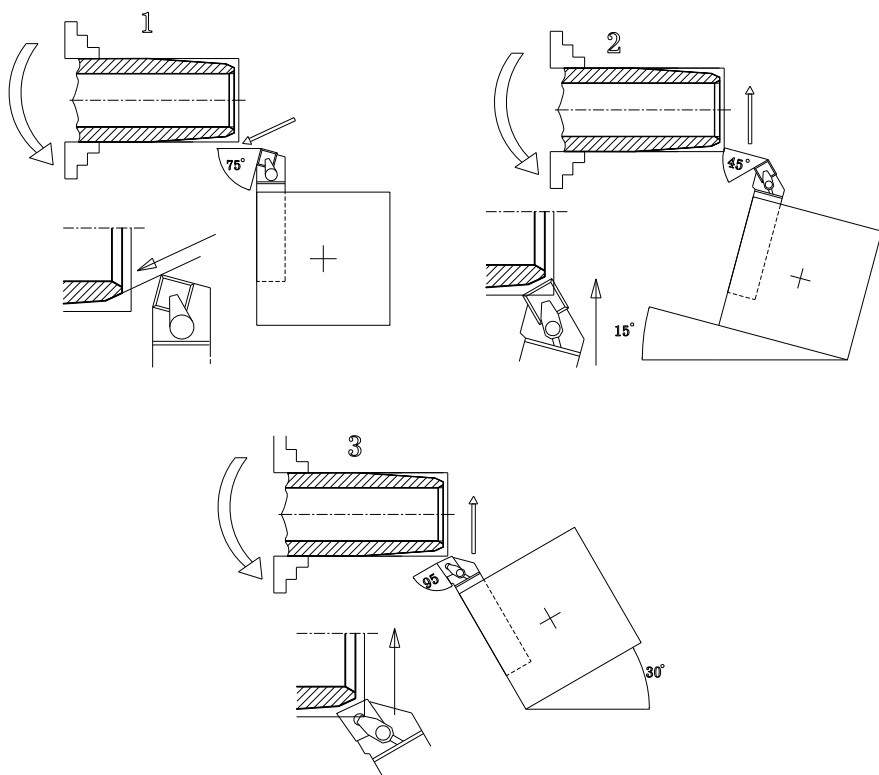
Проточка на конус производится проходным резцом за несколько проходов. Для этой цели могут быть использованы обычные проходные резцы с главным углом в плане  $\phi=45^\circ$ , или  $\phi=75^\circ$  (см. рис. 11)



**Рис. 11** Проточка конуса. Показаны типы резцов, используемых для проточки конуса. (Обозначение по ISO - PSSNR 3225 P15 или PSNR 3225 P15)

Проточка конуса производится за один или два прохода. В случае, если обработка производится на станке с ЧПУ, целесообразно сразу производить проточку фаски под углом  $60^\circ$  по программе. При этом рекомендуется использовать проходной резец с углом  $\varphi=75^\circ$ .

### Снятие наружной фаски.



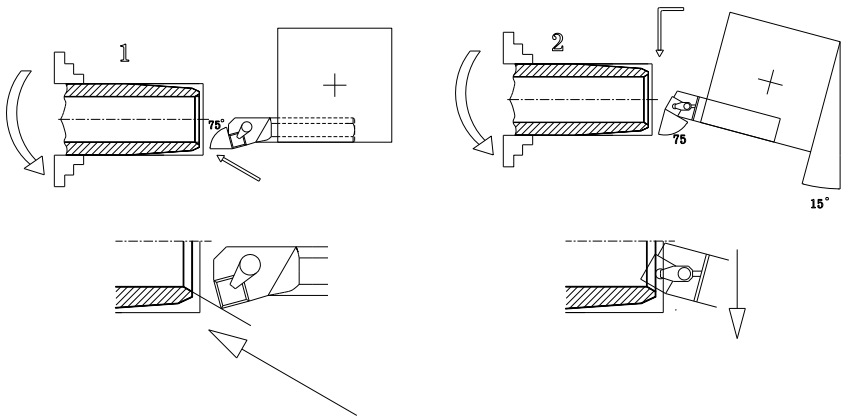
**Рис. 12** Снятие наружной фаски.

1. Обработка на станке с ЧПУ. 2. Обработка на обычном станке проходным резцом с  $\varphi=45^\circ$ . 3. Обработка на обычном станке проходным резцом с  $\varphi=95^\circ$ . (Обозначение по ISO - PSRNR 3225 P15, PSSNR 3225 P15, PCLNR 3225 P12)

На рис. 12 показаны основные варианты снятия фаски: на станке с ЧПУ проходным резцом с  $\varphi=75^\circ$  и на обычном токарном станке проходным резцом с  $\varphi=45^\circ$  или проходным резцом с ромбической пластиной с  $\varphi=95^\circ$ .

При работе на обычном станке необходимо развернуть резцедержатель для обеспечения требуемого угла фаски. Следует заметить, что угол фаски по ГОСТу составляет  $65^\circ \pm 5^\circ$ , поэтому при применении резца с  $\varphi=45^\circ$  мы, в лучшем случае, получим фаску на пределе допуска. В то же время, используя резец с  $\varphi=75^\circ$ , мы гарантировано получаем фаску с углом, соответствующим требованиям ГОСТ.

### Снятие внутренней фаски



**Рис. 13** Снятие внутренней фаски.  
(Резцы S32S-CSKPR 12 и PSRNR 3225 P15)

Стандартом также регламентирована внутренняя фаска на трубе с углом  $60^{\circ} \pm 5^{\circ}$ . Здесь также возможны несколько вариантов обработки.

При использовании станка с ЧПУ здесь могут быть применены расточные резцы с различными углами в плане  $\varphi$ , так как угол обеспечивается программой.

При обработке на обычных токарных станках можно применить проходной резец с  $\varphi=75^{\circ}$ , расположив его параллельно оси трубы и развернув резцедержатель на  $15^{\circ}$ . суппорт на себя.



## **Обработка муфт**

### **Отрезка заготовок муфт**

Отрезка заготовок муфт может производиться на том же оборудовании, что и отрезка концов труб. Однако, в отличие от процесса обработки труб, после этой операции деталь, подлежащая дальнейшей обработке, не остается в патроне. В связи с этим целесообразно выполнять отрезку муфт на отдельном станке, а дальнейшую обработку производить на другом оборудовании или, по крайней мере, на другой операции<sup>2</sup>.

В целом, операция отрезки муфты мало чем отличается от отрезки старого конца трубы. Поэтому все рекомендации по этой операции совпадают с соответствующим разделом по обработке труб.

### **Проточка муфты по наружному диаметру**

Данная операция, в принципе, не является обязательной. По крайней мере, она производится далеко не всегда. Однако с точки зрения грамотного подхода к построению технологического процесса изготовления муфт, ее проведение необходимо.

Дело в том, что при обработке внутренней резьбы в муфтах на обычном оборудовании ее необходимо перевернуть, то есть произвести смену технологической

---

<sup>2</sup> Об отличии операции от перехода см. примечание <sup>1)</sup>

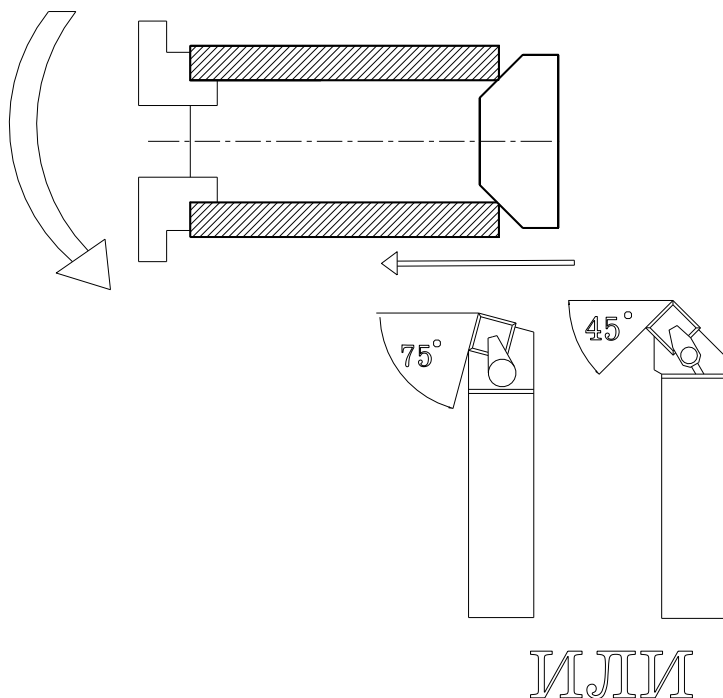
базы. В состоянии поставки наружная поверхность трубы, из которой нарезают муфты, не обладает достаточно высоким качеством с точки зрения ее геометрии. Это приводит к тому, что при перестановке в процессе обработки невозможно сохранить для второй стороны муфты ту же геометрическую ось, которая получилась при обработке первой стороны. Иными словами, изготовленная таким образом муфта может иметь значительную несоосность своих двух резьб. Между тем, несовпадение осей резьб у муфт, например, по ГОСТ 632, не должно превышать 0.75 мм в плоскости торца и 3 мм на длине 1 м.

В условиях массового производства на трубных заводах эта проблема решается в основном за счет использования на импортных станках с ЧПУ специальных поворотных патронов, которые позволяют полностью обработать муфту с двух сторон за один установ. Другим решением, применяемым опять-таки на импортном оборудовании с ЧПУ, является использование специальной оснастки, позволяющей инструменту “дотянуться” до дальнего конца муфты. В этом случае нарезание резьбы на одной из сторон происходит не со стороны наружного торца муфты, а изнутри. Режущий инструмент в этом случае также не совсем обычный: в нем применено отличное от традиционного расположение зубьев. Примером такого инструмента для треугольной внутренней резьбы является пластина T1 22ВЛ 3.175 НКТ, а для резьбы ОТТМ – T1 22ВЛ 5.08 ОТМ.

Однако, не имея такого специального оборудования, приходится вводить лишнюю операцию: предварительную обточку наружного диаметра. (Если, конечно, не идти на риск нарушения стандарта).

Эту операцию целесообразно производить, зажав муфту патроном “на разжим”, с поддержкой специальным

грибковым центром. (См. рис. 14). Режущий инструмент здесь можно применять тот же, что и при проточке конуса на трубе, хотя предпочтительнее использовать резец с углом  $\varphi=75^\circ$ , что уменьшает опасность врезаться в кулачки патрона. Исключение составляет резец с круглой пластиной, который не стоит использовать из-за опасения возникновения вибраций, так как крепление детали в данном случае недостаточно жесткое.

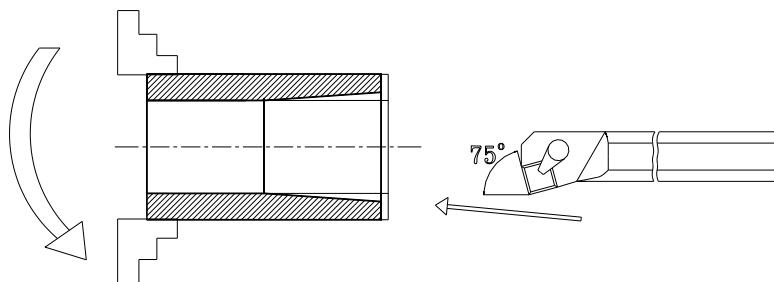


**Рис. 14** Проточка муфты по наружному диаметру может производиться разными типами проходных резцов.  
(Резцы PSRNR 3225 P15 и PSSNR 3225 P15)

## Подрезка торца муфты

Подрезка торца может быть осуществлена тем же инструментом, что и в случае подрезки торца трубы. Поэтому отдельный эскиз и описание здесь не приводятся. Следует отметить, что на этой и последующей операциях все они производятся два раза (для двух сторон муфты).

## Расточка внутреннего конуса муфты

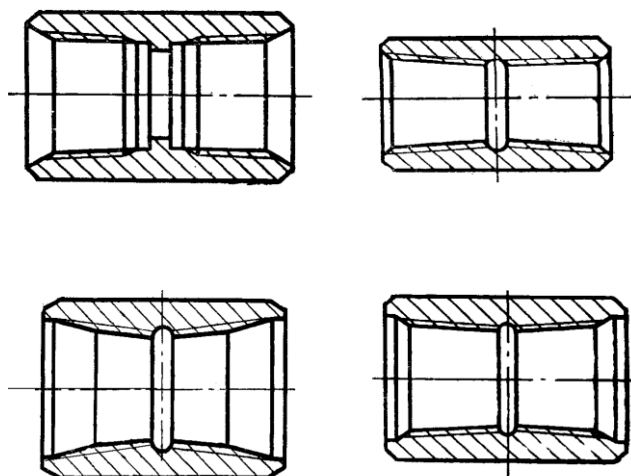


**Рис. 15** Расточка внутреннего конуса муфты.  
(Резец S32S-CSKPR 12)

В случае использования станка с ЧПУ образование конуса производится за счет программы. При использовании обыкновенного станка правильность направления угла конуса обеспечивается настройкой конусной линейки. В качестве инструмента используются расточные резцы с углами  $\varphi=75^\circ$  или  $\varphi=45^\circ$ , а также резцы-вставки, закрепленные в специальные блоки или державки. Углы в плане в последнем случае рекомендуются те же.

### **Снятие внутренней фаски, обработка внутренних выточек и конических расточек на входе муфт.**

Стандартами предусмотрено большое разнообразие исполнений конструктивных элементов муфт со стороны торцев. (См. рис. 16)



**Рис. 16** Различные конструктивные исполнения муфт.

В основном, все эти элементы могут быть обработаны теми же расточными инструментами, что и внутренний конус муфты. При обработке муфт на станках с ЧПУ серьезных проблем здесь не возникает, так как обработка сложных контуров легко обеспечивается грамотно составленной программой станка. Однако при работе на универсальном токарном станке для удобства работы токаря в ряде случаев может быть целесообразным применение специальных резцов.

### **Обработка наружных фасок на муфте.**

Обработка наружных фасок на муфтах производится аналогично этой операции на трубах. То же касается и используемого инструмента.

**Предлагаемый нами ассортимент токарного инструмента с механическим креплением многогранных твердосплавных пластин позволит Вам выбрать оптимальный набор инструмента для Ваших задач в соответствии с имеющимся у Вас оборудованием.**

## **Нарезание резьбы на трубах и в муфтах.**

Самой ответственной операцией при отделке труб и муфт является нарезание резьбы. Оно производится методом многопроходного нарезания на станках с ЧПУ либо на обычных токарно-винторезных станках.

При работе на универсальном оборудовании к квалификации и опыту токаря предъявляются особенно высокие требования, так как многопроходное нарезание резьбы на довольно высоких скоростях резания требует от него очень большого внимания и хорошей реакции. Особенно это касается нарезания резьбы в муфтах. Работа

на станках с ЧПУ не требует от токаря столь высоких профессиональных навыков, однако в этом случае нужно иметь специалиста или специалистов, умеющих составлять программы для станков с ЧПУ и обслуживать электронные системы станков.

Для многопроходного нарезания резьбы могут быть использованы призматические многозубые гребенки или неперетачиваемые многозубые твердосплавные пластины с износостойким покрытием и без него. Для нарезания резьбы на трубах наиболее часто пользуются пластинами Т1 22НП 2.54 НКТ, Т1 22НП 3.175 НКТ – для треугольных и Т1 22НП 5.08 ОТМ – для трапецеидальных резьб. При работе призматическими гребенками – ПГ 20НП 2.54 НКТ для треугольной резьбы.

При обработке муфт соответственно применяют пластины с треугольным профилем: Т1 22ВП 3.175 НКТ и с трапецеидальным – Т1 22ВП 5.08 ОТМ. В качестве гребенок используют ПГ 12ВП 3.175 НКТ, ПГ 12ВП 2.54 НКТ – для треугольной резьбы.

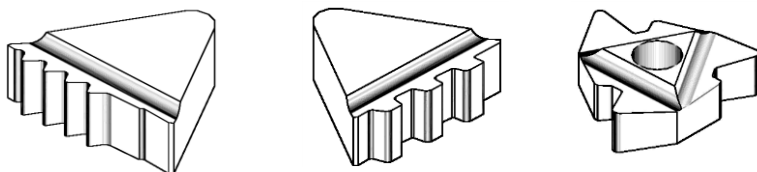
Специфика обработки муфт, заключающаяся в большом вылете инструмента и, следовательно, повышении опасности вибраций, часто заставляет отказаться от использования многозубого инструмента. Особенно это касается обработки муфт малого диаметра. В этих случаях используется однозубый инструмент, например, резьбовая пластина Т4 22ВП 2.54 НКТ. В некоторых случаях применению многозубого инструмента препятствуют конструктивные особенности муфт, не дающие пространства для свободного выхода предварительных режущих зубьев. Это относится, например, к соединениям ОТТГ. В этом случае приходится уменьшать количество режущих зубьев.



Общий вид призматических гребенок и резбых пластин приведен на рис. 17, 18.



**Рис. 17** Твердосплавные и призматические резбых гребенки



**Рис. 18** Твердосплавные резбых пластины

Применение призматических гребенок, инструмента исторически более старого, целесообразно только при организации хорошего заточного хозяйства, оснащенного соответствующим оборудованием (желательно для электрохимической алмазной заточки), обслуживаемого высококвалифицированным персоналом. Если такой инструмент затачивать на обычном точиле, то существенно ухудшаются физико-механические свойства сплава, что ведет к снижению стойкости инструмента после переточки. Кроме того, отклонения переднего угла при заточке ведет к искажению профиля нарезаемой резьбы. Следует также отметить, что твердый сплав, исполь-

зубом для изготовления этого инструмента, обеспечивает более низкие скорости резания, чем современные сплавы с износостойкими покрытиями, из которых обычно делают неперетачиваемые пластины.

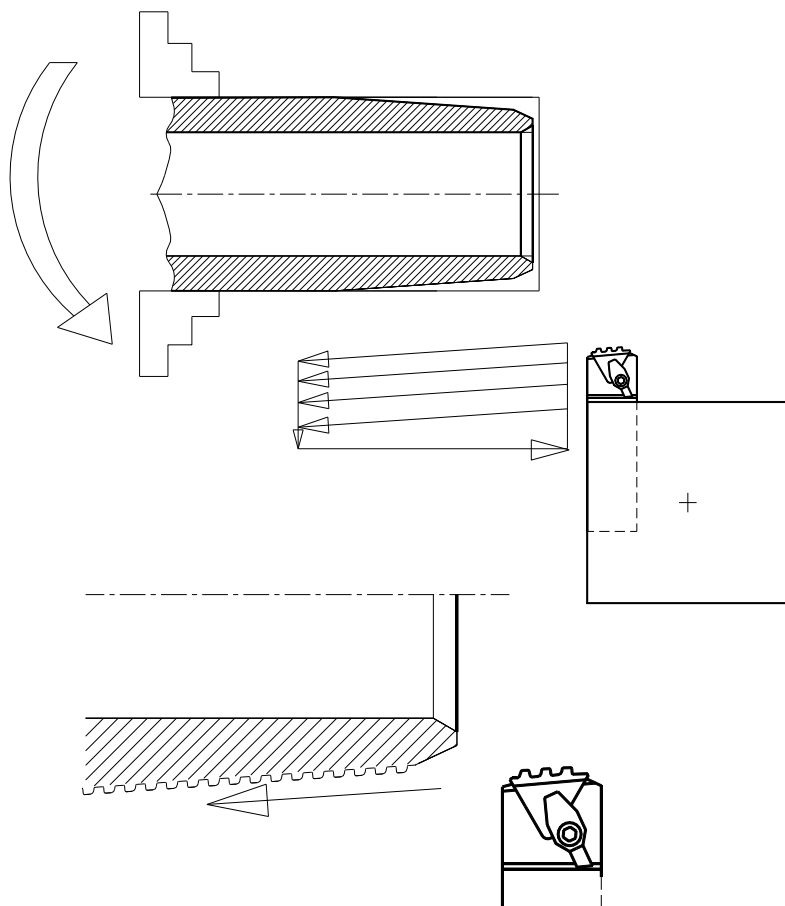
Современная технология инструментального производства позволяет производить твердосплавный многозубый инструмент почти по тем же ценам, что и однозубый. В то же время, такой инструмент имеет два серьезных преимущества. Его стойкость выше, чем у однозубого, так как калибрующий зуб, размерный износ которого определяет выход инструмента из строя, разгружен за счет предварительно работающих зубьев. Кроме того, наличие нескольких одновременно работающих зубьев позволяет сократить число проходов, что существенно повышает производительность резбообработки.

**Типаж твердосплавного резбового инструмента очень широк. Он предусматривает учет самых различных пожеланий заказчика с учетом имеющегося у него оборудования.**

**Ассортимент серийно выпускаемых резбовых пластин и гребенок приведен в приложении 1.**

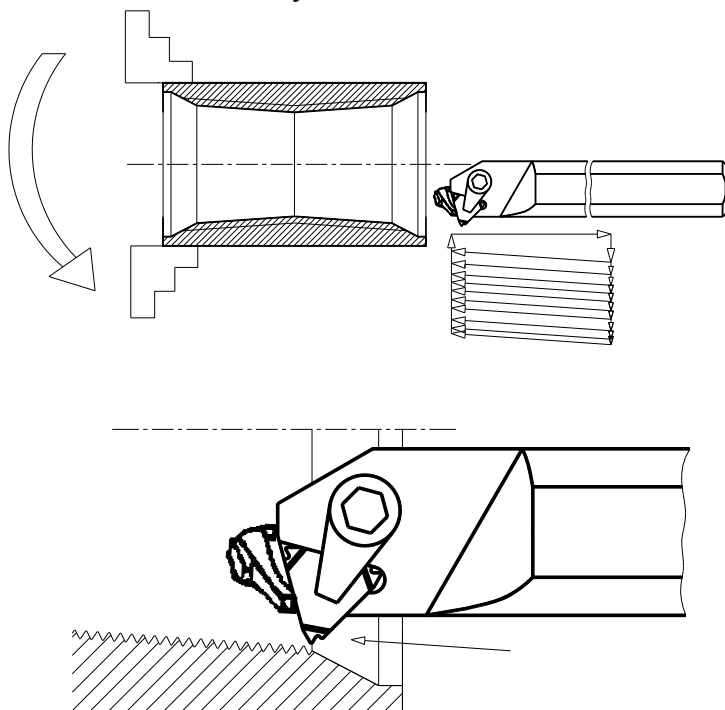
## **Некоторые рекомендации по технологии многопроходного резбонарезания**

**Рис. 19** Многопроходное нарезание наружной резьбы многозубой резбовой пластиной



Нарезание наружной и внутренней резьбы многозубым инструментом рекомендуется проводить в три прохода – для треугольных резьб с шагами 2.54 и 3.175 мм и в 4-6 проходов – для трапецеидальных резьб с шагом

5.08 мм. Количество проходов во многом зависит от состояния станка. Ясно, что на разболтанном старом станке при уменьшении числа проходов поломки инструмента могут создать серьезные проблемы. Поэтому число проходов должно выбираться, исходя из соотношения производительности обработки и расхода дорогостоящего инструмента. В случае необходимости использования однозубого резьбового инструмента, число проходов соответственно увеличивается.

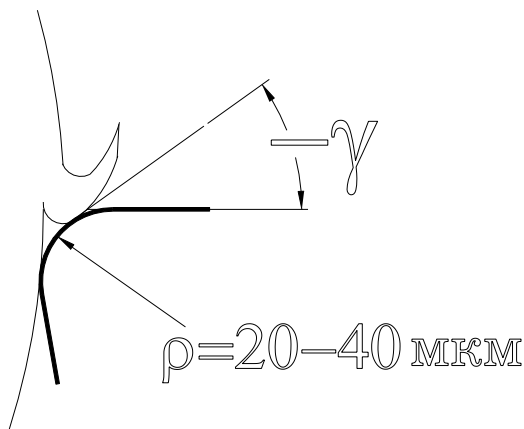


**Рис. 20** Многопроходное нарезание внутренней резьбы однозубой резьбовой пластиной.

Особо следует предостеречь от необоснованного увеличения числа проходов. Несмотря на кажущееся облегчение условий работы инструмента и станка, в ряде

случаев мы можем получить существенное снижение результатов.

Это связано с тем, что при неоправданно завышенном числе проходов мы уменьшаем припуск на проход (толщину срезаемой в каждом конкретном проходе стружки). При достижении этого припуска величин, измеряемых в сотых долях миллиметра, мы делаем толщина среза сопоставимой с радиусом округления режущей кромки инструмента.<sup>3</sup> При этом мы получаем резание с большими отрицательными значениями переднего угла (см. рис. 21). Практически происходит смятие, пластическая деформация. Поперечные силы резания резко возрастают. Это ведет к появлению вибраций, быстрому выходу инструмента из строя, ухудшению качества обрабатываемой поверхности.



**Рис. 21** Геометрия резания при толщине среза, сопоставимым с величиной радиуса округления

Неоправданно малый припуск на проход может быть связан не только с большим числом проходов, но и с неправильным распределением припуска между прохо-

---

<sup>3</sup> Обычно радиус округления  $\rho$  составляет 20-40 мкм

дами, например, оставлению слишком малого припуска на последний проход. *Лучше, чтобы минимальная толщина среза не превышала 0.04-0.05 мм.*

Учитывая, что в многозубом инструменте припуск между зубьями определяется самой конструкцией, этому вопросу при его проектировании всегда уделяется большое внимание.

Серьезным вопросом при резьбонарезании является правильная установка инструмента.

На станках с ЧПУ инструмент, как правило, настраивается вне станка на специальных оптических приборах. Данные по настройке вносятся потом в специальные корректора системы ЧПУ. Правильность установки инструмента в резцедержателе обеспечивается его конструкцией и конструкцией инструментальной оснастки.

При установке инструмента на универсальных токарно-винторезных станках дело обстоит сложнее. Следует отметить, что неправильная установка может привести к получению бракованной резьбы даже при использовании вполне годного инструмента. Необходимо обеспечение двух условий: правильного расположения режущей кромки относительно оси изделия, правильной ориентации инструмента относительно вертикальной оси. Первое требование является достаточно привычным, правда, для резьбообработки оно приобретает особое значение из-за дополнительных искажений профиля при неправильной установке инструмента. К выполнению второго условия, к сожалению, иногда относятся недостаточно серьезно, хотя оно может самым непосредственным образом сказаться на качестве резьбы. Допуск на половину угла профиля треугольной резьбы составляет  $\pm 1^\circ 15' - \pm 1^\circ$ , а на углы уклона профиля трапецеидальных резьб – от

$\pm 1^\circ 30'$  до  $\pm 45'$  в зависимости от ГОСТа. Нужно учитывать, что около трети этого допуска может “съесть” допуск на изготовление профиля инструмента, свою лепту в искажения вносит и сам станок, точнее, погрешности изготовления и перемещения его узлов.

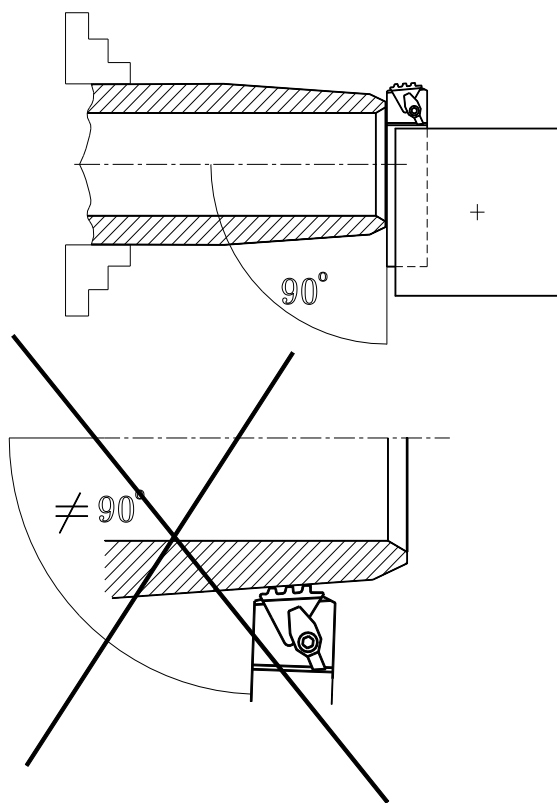


Рис. 22

Установка резцового инструмента под угол уклона конуса на универсальном станке

Поэтому к вопросу установки резьбового инструмента нужно отнестись достаточно серьезно. Если у Вас нет специальных приспособлений для выверки правильности установки инструмента, можно использовать, например, подрезанный торец трубы для проверки параллельности ему державки инструмента. Однако **ни в коем случае нельзя** настраивать инструмент путем установки параллельности верхушек его зубьев проточенному конусу трубы. Угол наклона линии, проходящей через вершины зубьев гребенки или пластины, **никогда не равняется углу уклона конуса!** Настраивая инструмент подобным образом, Вы гарантировано получаете искаженные углы профиля. (См. рис. 22).

Хотя режущий инструмент изготовлен из достаточно износостойкого материала, он все равно подвержен износу. Следует помнить, что в случае с резьбовым инструментом критерием его выхода из строя является не просто физический износ, когда инструмент ломается или об износе свидетельствуют специфические звуки, сопровождающие работу, а **размерный износ**. То есть о выходе инструмента из строя свидетельствует несоответствие нарезанной резьбы предъявляемым требованиям. Таким образом, для получения качественной резьбы **необходимо менять резьбовой инструмент, не дожидаясь его физического выхода из строя** (поломки или катастрофического износа). В то же время, при резьбонарезании могут возникнуть проблемы, связанные с ускоренным износом инструмента, не связанным с потерей размеров.

Следует обратить особое внимание на необходимость использования при резьбонарезании смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ). При этом



особенно важно следить за тем, что струя охлаждающей жидкости попадала в зону резания. Грамотное применение СОЖ может существенно повысить стойкость режущего инструмента.

В целом, опыт эксплуатации твердосплавного резьбового инструмента показывает, что его стойкость в случае обработки резьб насосно-компрессорных труб и муфт по ГОСТ 631 с треугольной резьба с шагом 2.54 мм составляет в среднем от 60 до 80 обработанных концов в случае применения многозубых резьбовых пластин и 30-50 концов – для однозубого инструмента. При этом подразумевается, что для нарезания резьбы используется смазочно-охлаждающая жидкость, состояние оборудования соответствует стандартным требованиям по жесткости и точности, обрабатывается сталь группы прочности Д, скорость резания составляет 80-120 м/мин, число проходов 3-4 для многозубого инструмента и 9-12 – для однозубого. Изменение этих параметров, естественно, ведет к изменению стойкости.

При обработке трапецеидальных резьб на трубах и муфтах с более высокими физико-механическими свойствами значения стойкости отличаются от вышеприведенных в меньшую сторону.

Для повышения стойкости инструмента в конкретных условиях эксплуатации необходимо проведение дополнительной работы по подбору конструктивных параметров, марок покрытия, и режимов резания. Кроме того, необходимо обратить внимание на станочный парк, используемый при резьбонарезании, так как его состояние оказывает на стойкость инструмента самое серьезное влияние.

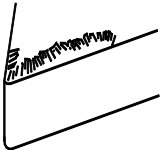
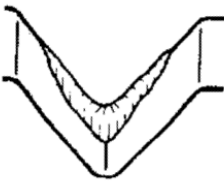
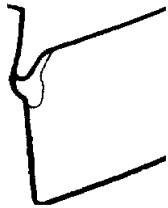
## **Особенности инструмента для обработки замковых резьб.**

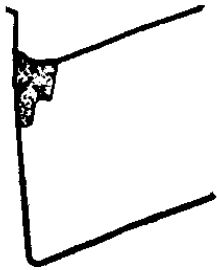
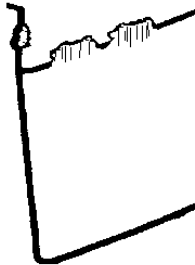

Нарезание замковых резьб на ниппелях и муфтах замков бурильных труб, в принципе, производится аналогично нарезанию резьбы на трубах и муфтах. В то же время, следует отметить, что инструмент для нарезания замковых резьб, как правило, однозубый. Это связано с двумя причинами. Во-первых, из-за больших размеров профиля этих резьб нарезание их многозубым инструментом будет сопровождаться слишком большими усилиями резания, что может сопровождаться повышенными вибрациями. Это чревато ухудшением качества резьбы, поломками инструмента. Потребуется использование более мощного и дорогостоящего оборудования. Во-вторых, по тем же причинам для получения многозубого инструмента понадобится использование твердосплавных пластин очень большого размера, что вызовет неоправданное увеличение их стоимости.


**Широкая гамма резьбовых пластин для нарезания замковых резьб также приведена в приложении 1.**


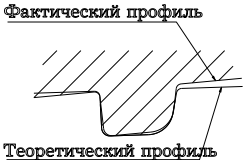
## Возможные проблемы, возникающие при резь- бонарезании, и некоторые пути их решения

(изложены в нижеприведенной таблице)

Проблема	Причины и пути решения
<p>Сильный износ по передней поверхности.</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Завышена скорость резания. <i>Снизить скорость резания</i></li> <li>2. Твердый сплав не соответствует условиям работы. <i>Подобрать сплав с более высокой твердостью</i></li> <li>3. Плохая подача охлаждения (СОЖ) <i>Усилить подачу СОЖ, проверить, попадает ли СОЖ в зону резания.</i></li> </ol>
<p>Повышенный износ по задней поверхности инструмента</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Твердый сплав не соответствует условиям работы. <i>Подобрать сплав с более высокой твердостью.</i></li> <li>2. Слишком большое количество проходов или слишком малый припуск на одном из проходов. <i>Уменьшить количество проходов, проверить припуски на каждый проход.</i></li> <li>3. Завышена скорость резания <i>Снизить скорость резания</i></li> <li>4. Плохая подача охлаждения (СОЖ) <i>Усилить подачу СОЖ, проверить, попадает ли СОЖ в зону резания.</i></li> </ol>
<p>Пластическая деформация режущей кромки (А) в начале, приводящая к сколу (Б)</p>  <p style="text-align: right; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">А</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Твердый сплав не соответствует условиям работы. <i>Подобрать сплав с более высокой твердостью</i></li> <li>2. Завышена скорость резания. <i>Снизить скорость резания</i></li> <li>3. Малое число проходов, неоправданно большой припуск на одном из проходов. <i>Увеличить число проходов, проверить правильность распределения припуска между проходами</i></li> </ol>

 <p><b>Б</b></p>	<p>4. Увеличенный припуск под нарезку резьбы. <i>Проверить величину диаметра проточки конуса под нарезку резьбы</i></p> <p>5. Плохая подача охлаждения (СОЖ) <i>Усилить подачу СОЖ, проверить, попадает ли СОЖ в зону резания.</i></p>
<p>Возникновение на режущей кромке наростов (А), приводящих к сколам (Б).</p>  <p><b>А</b></p>  <p><b>Б</b></p>	<p>1. Твердый сплав не соответствует условиям работы. <i>Подобрать твердый сплав с покрытием</i></p> <p>2. Низкая скорость резания <i>Повысить скорость резания</i></p> <p>3. Низкая ударная вязкость режущего материала <i>Подобрать твердый сплав с более высокой ударной вязкостью</i></p>

<p>Сколы режущей кромки</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сильная вибрация инструмента <i>Устранить вибрации и уменьшить вылет инструмента</i></li> <li>2. Плохое крепление режущей пластины <i>Проверить, хорошо ли закреплена режущая пластина</i></li> <li>3. Низкая ударная вязкость режущего материала <i>Подобрать твердый сплав с более высокой ударной вязкостью</i></li> <li>4. Малое число проходов, неоправданно большой припуск на одном из проходов. <i>Увеличить число проходов, проверить правильность распределения припуска между проходами</i></li> </ol>
<p>Термические трещины на режущей кромке</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Плохая подача охлаждения (СОЖ) <i>Усилить подачу СОЖ, проверить, попадает ли СОЖ в зону резания.</i></li> <li>2. Низкая ударная вязкость режущего материала <i>Подобрать твердый сплав с более высокой ударной вязкостью</i></li> <li>3. Завышена скорость резания. <i>Снизить скорость резания</i></li> </ol>
<p>Скол режущей кромки</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Плохое техническое состояние оборудования (“разболтанный” станок) <i>Проверить техническое состояние станка</i></li> <li>2. Твердый сплав не соответствует условиям работы. <i>Подобрать сплав с более высокой твердостью</i></li> <li>3. Плохая подача охлаждения (СОЖ) <i>Усилить подачу СОЖ, проверить, попадает ли СОЖ в зону резания.</i></li> </ol>

<p>Профиль резьбы не соответствует требованиям чертежа</p> <p>1. Недостаточная глубина профиля</p>  <p>2. Неправильные углы профиля</p>  <p>3. Погрешность шага резьбы</p>	<p>1.1. Инструмент установлен не по центру <i>Проверить установку инструмента, при необходимости установить инструмент правильно</i></p> <p>1.2. Поломка резьбовой пластины или гребенки, достижение ею предельно допустимого размерного износа <i>Сменить режущую пластину или переточить гребенку</i></p> <p>2.1. Неправильно установлена державка инструмента (перекос). <i>Проверить правильность установки державки инструмента (см. выше), в случае необходимости скорректировать установку.</i></p> <p>2.2. Неправильный профиль резьбового инструмента. <i>Проверить профиль пластины или гребенки на микроскопе, в случае необходимости заменить.</i></p> <p>3.1. Неправильная настройка или неисправность станка. <i>Проверить настройку шага, проверить состояние станка.</i></p>
<p>Низкое качество поверхности нарезанной резьбы</p>	<p>1. Низкая скорость резания <i>Повысить скорость резания</i></p> <p>2. Режущая кромка инструмента установлена не по центру. <i>Проверить установку инструмента.</i></p>

## ЗАО "Резьбовые технологии"

### Кодификатор основной продукции

Пример условного обозначения при заказе правой резьбовой пластины треугольной формы с номинальной длиной стороны 22 мм, с 4-мя режущими зубьями, расположенными по одной режущей кромке, для нарезания наружной конической резьбы треугольного профиля с закругленной вершиной с шагом 2.54 мм:

**Обозначение**                      **T1 22 НП 2.54 НКТ**

Пример условного обозначения при заказе правой резьбовой гребенки формы РС2 (ПГ) с номинальной длиной стороны  $l=20$  мм, с 4-мя режущими зубьями, для нарезания наружной конической резьбы треугольного профиля с закругленной вершиной с шагом 2.54 мм:

**Обозначение**                      **ПГ 20 НП 2.54 НКТ**

Обозначение сменных твердосплавных резьбовых пластин и призматических гребенок соответствует следующей схеме.

Обозначение	T1	22	Н	П	2.54	НКТ	(XXX)
	1	2	3	4	5	6	8

<b>3. Наружная/внутренняя резьба</b>		
	Наружная	Внутренняя
Обозначение	<b>Н</b>	<b>В</b>

<b>4. Направление резания</b>		
	Правое	Левое
Обозначение	<b>П</b>	<b>Л</b>

<b>5. Шаг нарезаемой резьбы</b>
Указывается шаг нарезаемой резьбы в мм до 3-го знака после запятой

Обозначение	<b>6. Тип нарезаемой резьбы</b>
НКТ	Резьба треугольного профиля с закругленной вершиной насосно-компрессорных труб и муфт по ГОСТ 633; бурильных труб и муфт по ГОСТ 631, обсадных труб и муфт по ГОСТ 632, API RD60°.
НКМ	Резьба упорная (трапецеидального профиля) насосно-компрессорных труб и муфт по ГОСТ 633
BUR	Трапецеидальная резьба бурильных труб по ГОСТ 631
ОТМ	Резьба трапецеидальная (упорная) ОТТМ и ОТТГ обсадных труб и муфт по ГОСТ 632
BUT	Резьба трапецеидальная (упорная) обсадных труб и муфт - API BUTTRESS



Обозначение	<b>6. Тип нарезаемой резьбы</b>
ЗАМ I	Резьба замковая наружная и внутренняя тип I по ГОСТ 5286-75, API V-0.040 3 in per ft. (конусность 1 : 4)
ЗАМ III	Резьба замковая наружная и внутренняя тип III по ГОСТ 5286-75, API V-0.050 2 in. per ft. (конусность 1 : 6)
ЗАМ IV	Резьба замковая наружная и внутренняя тип IV по ГОСТ 5286-75, API V-0.038R 2 in per ft (конусность 1 : 6)

<b>7. Дополнительное обозначение чертежа пластины</b>
Дополнительное обозначение чертежа пластины применяется при ее изготовлении по специальным требованиям заказчика