

ШТАНГИ ДЛЯ ГОРИЗОНТАЛЬНО НАПРАВЛЕННОГО БУРЕНИЯ

*Н.А. Дудля, Государственное ВУЗ «Национальный горный университет», Украина
В.Ф. Сирик, А.Н. Еременко, Днепротровский завод бурового оборудования, Украина
Е.Е. Терещук, Государственное ВУЗ «Национальный горный университет», Украина*

Предложена специальная замковая резьба с повышенной высотой профиля взамен профиля V-007 по стандарту 7 АНИ (ГОСТ Р 50864). Прочность специальной резьбы в 1,41...1,86 раза выше стандартной. Описана конструкция адаптера со сменным резьбовым наконечником, обеспечивающим вращение штанг в обе стороны. Рекомендации применимы для подземного бурения дегазационных и добычных скважин метана угольных шахт.

Машиностроительные заводы Украины освоили производство буровых установок различного назначения и параметров технической характеристики: диаметр скважин 100...1500 мм, длина скважин 150...1500 метров, мощность привода 26...540 кВт, усилие протяжки 20,0...1360,0 кН. Буровые установки снабжены бурильными трубами различных конструкций и параметров: сварные трубы диаметром 28...110 мм для вращательного бурения с промывкой скважины, цельные штанги (без внутренних каналов) для образования скважин способом пенетрации с последующим расширением до проектного диаметра натяжением буровых штанг или стальных канатов.

Примеры исполнения буровых штанг

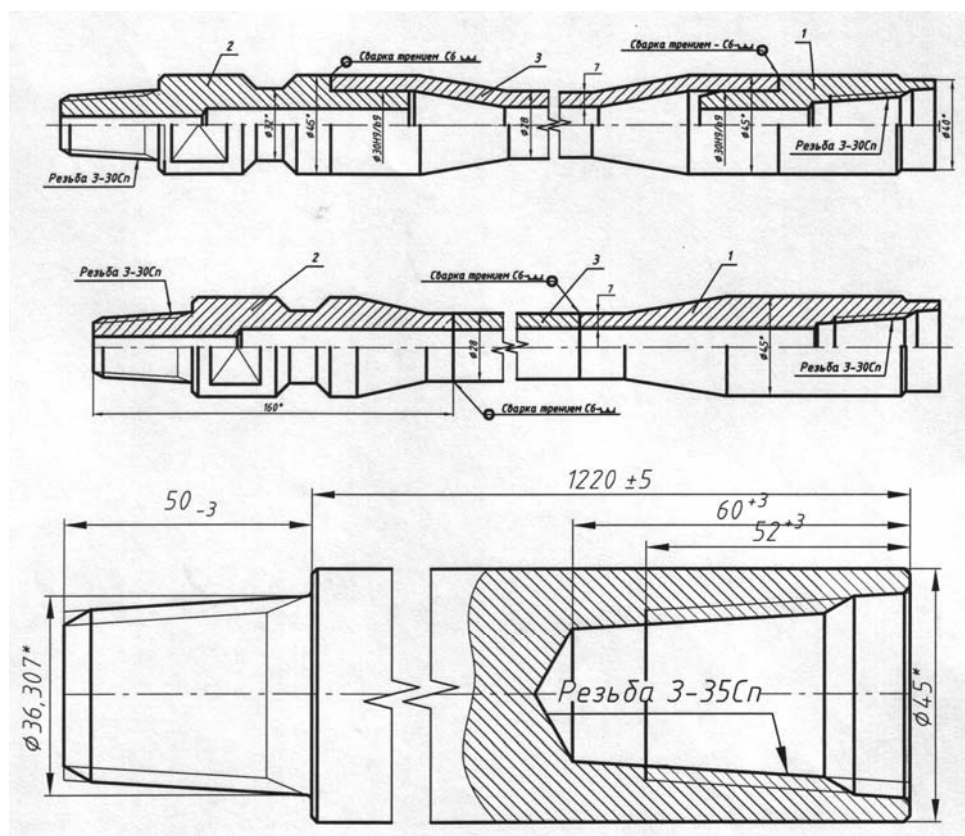


Рис. 1 – Типы буровых штанг

А – трубчатая с приваренными резьбовыми концами, фирма Witch Ditch; Б – вариант исполнения штанги 28 мм со сваркой резьбовых концов трением; В – штанга без центрального канала

Основной резьбой соединения штанг приняты замковые конические резьбы по стандарту 7 Американского нефтяного института. Для штанг малого диаметра 28...54 мм применен профиль VI по ГОСТ Р 50864 (V-0,05 по стандарту API 7) (см. рис. 2). Опытные партии штанг изготовлены с замковыми специальными резьбами с профилем резьбы 3-30Сп. Отличие профиля заключается в увеличенной рабочей высоте профиля, что обеспечивает увеличение износостойкости профиля в 1,76 раза ($2,192 : 1,242$) и рост рабочего ресурса замкового соединения до 1,5...1,7 раза.

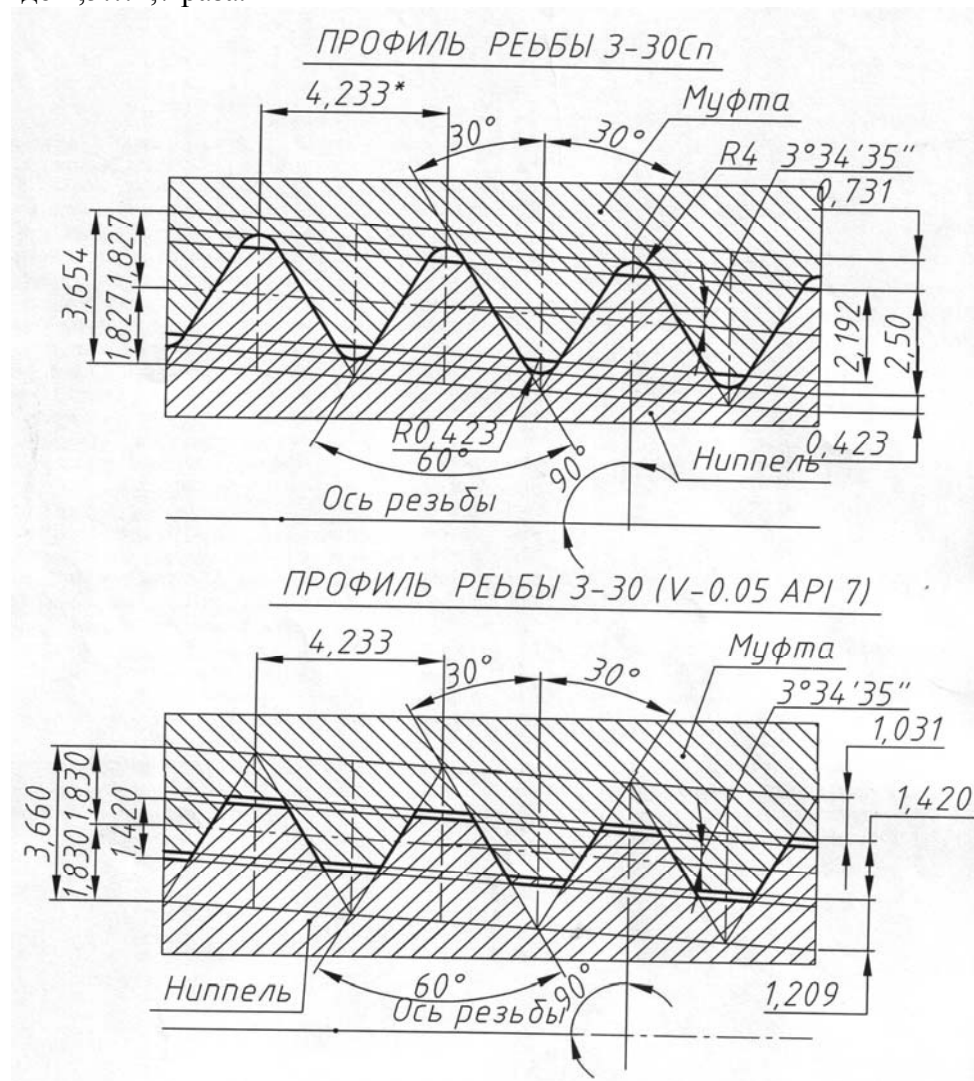


Рис. 2 – Типы замковых резьб для штанг малого диаметра

В технических характеристиках буровых установок горизонтально направленного бурения скважин приведены величины усилия протяжки бурового снаряда при формировании скважин. В практике создания горизонтально направленных скважин в слабых нецементированных горных породах (иногда типа «плывуны») происходят аварии со штангами, вызванные обрывами резьбовых концов. Поэтому необходимо выполнять контроль качества резьб и при необходимости снижать тяговое усилие.

Известны методы расчета прочности конических замковых резьб с целью определения допустимых нагрузок к буровым штангам. В качестве материала замковых соединений принята сталь марки 40ХН ГОСТ 4543-71 с термообработкой при следующих показателях:

Предел прочности при растяжении σ_b , МПа	900;
Предел текучести σ_t , МПа	700;
Относительное удлинение %	15;
Твердость по Бринеллю НВ	282.

Методика расчета нагрузки, вызывающей срез витков резьбы [4] при равномерном рас-

пределении, заключается в расчете усилия с учетом параметров резьбы и допустимых напряжений в материале резьбового соединения. Нагрузка определяется по формуле

$$Q_{разр} = \pi \cdot d_{cp} \cdot k_s \cdot \tau_p, \text{ Н},$$

Где $Q_{разр}$ – допустимая нагрузка по напряжениям среза резьбы, Н; $\pi = 3,14$; d_{cp} – диаметр окружности конуса в плоскости приведения, мм; $k_s = 0,7$ – коэффициент полноты для конической замковой резьбы; τ_p – расчетное значение допустимых напряжений среза резьбы, МПа.

$$\tau_p = (0,6...0,7) \cdot \sigma_s, \text{ МПа}.$$

Диаметр окружности конуса в плоскости приведения определяется по формуле

$$0,5d_{cp} = r + \frac{l}{3} \cdot \frac{R + 2r}{R + r} \cdot \text{tg} \varphi, \text{ мм},$$

Где l – длина резьбы, мм; R – радиус большого основания конуса резьбы, мм; r – радиус малого основания конуса резьбы, мм; φ – угол конусности резьбы, град.

Вторым опасным фактором разрушения резьбы есть смятие витков резьбы. Расчет напряжений смятия витков резьбы производится по формуле:

$$\sigma_{cv} = \frac{4 \cdot S \cdot Q}{\pi(d_0^2 - d_1^2) \cdot l}, \text{ МПа}.$$

Где σ_{cv} – напряжения смятия витков резьбы, МПа; S – шаг резьбы, мм; d_0 – наружный диаметр резьбы, мм; d_1 – внутренний диаметр резьбы, мм.

Результаты расчетов прочности резьб с профилем по стандарту 7 АНИ и для замковой специальной резьбы приведены в табл. 1

Таблица 1 – Показатели прочности замковых резьб (расчет)

Типоразмер резьбы	Шаг резьбы, мм	Длина резьбы, мм	Рабочая высота, мм	Нагрузка среза резьбы, кН	Напряжения смятия, МПа
3-30 (NC 10)	4,233	38	1,242	950	1100
3-35 (NC 12)		44		1100	1300
3-38 (NC 13)		44		1300	1550
3-30Сп		40	2,192	1100	780
3-35Сп		50		1400	900
3-38Сп		50		1700	830

Напряжения смятия определены при условии приложения расчетной нагрузки среза резьбы. Фактические величины протяжки буровых станков ниже расчетных.

Кроме применения профиля резьбы 3-30Сп рекомендуется применять сменные переходники в адаптерах буровых станков по принципу, указанному на рис. 3. Использование сменных резьбовых переходников позволит увеличить срок службы адаптера в несколько раз за счет использования сменных деталей. Даже при удалении изношенного сменного переходника можно использовать адаптер с внутренней неизношенной резьбой и увеличить срок службы адаптера в 2 раза.

Выводы и предложения

1 Для увеличения срока службы резьб буровых штанг необходимо применять конические замковые резьбы специального профиля с увеличенной рабочей высотой.

2 Расчетные значения срезания резьб превышают номинальные силы протяжки, создаваемые буровым станком. Запас прочности объясняется тем, что при расчете не учтены напряжения изгиба в искривленной части скважины.

3 Необходимо усовершенствовать адаптер бурового станка для повышения ресурса работы резьбового соединения штанг.

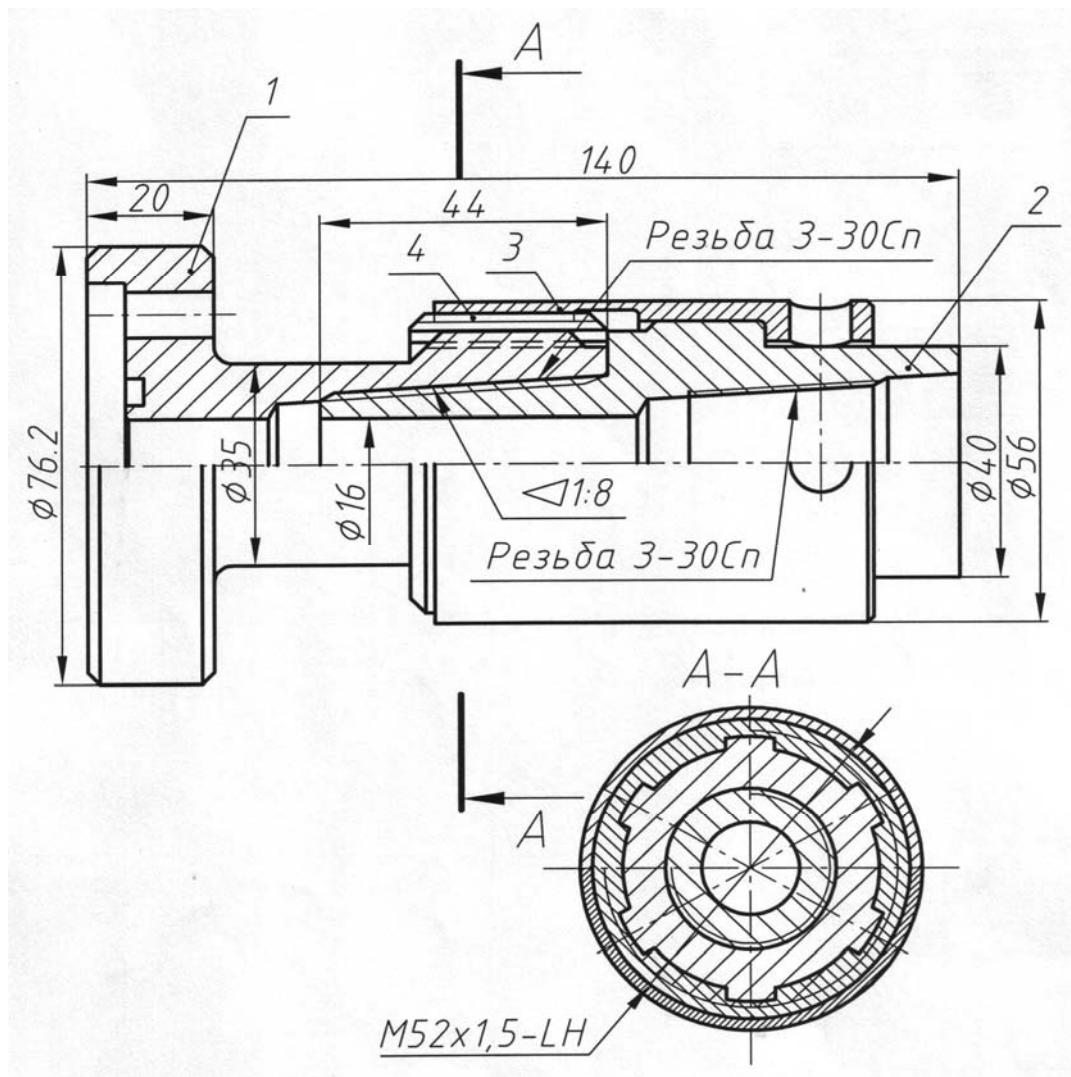


Рисунок 3 – Адаптер со сменным резьбовым переходником

1 – корпус; 2 – сменный переходник; 3 – резьбовая втулка; 4 – шлицевая втулка

Литература

1. Прокопчук В.С. Современные бестраншейные технологии: украинское измерение. / «Бестраншейные технологии», №1(2), 2009 // Асс. произв. и строит. полим. труб, Киев.
2. «Vermeer Navigator: мини, миди, макси.» Там же.
3. ГОСТ Р 50864-96 Резьба коническая замковая для элементов бурильных колонн. Профиль, размеры, технические требования. М.: Госстандарт России.
4. Щербюк Н.А., Якубовский Н.В. Резьбовые соединения труб нефтяного сортамента и забойных двигателей. – М.: Недра, 1974, - 256 с.
5. Анурьев Н.И. Справочник конструктора-машиностроителя. Том 1. – М., Машиностроение – 728 с
6. 1980. Иогансон К.В. Спутник буровика. Справочник. – М., Недра, 1986. – 294 с.
7. Дудля Н.А., Викторов Г.Н., Кириченко Г.Н., Островский И.Р. Бурильные трубы геологоразведочного сортамента. - Днепропетровск, «Изд. Дом «Андрей», 2007 – 207 с.
8. Мислюк М.А., Рибчич І.Й., Яремійчук Р.С., Буріння свердловин. Том перший. Загальні відомості. Бурові установки. Обладнання і інструмент– Київ, «Інтерпрес Лтд», 2002– 540 с.
9. Островский И.Р., Сирик В.Ф., Самков В.Н. Испытание бурильных труб и их соединений. Наукові праці Донецького політехнічного університету. Серія Гірничо-геологічна. Випуск 14(181), 2011.
10. Островский И.Р., Сирик В.Ф., Самков В.Н., Ганкевич В.Ф., Якубович Л.А. Упрочнение бурильных труб / Науковий вісник Національного гірничого університету. №9, 2010.