

ская область), так и для ударно-вращательного бурения при установке на станок ударного узла.

Предлагаемая конструкция ниппельного става, защищенная в 2005 г патентом РФ, с большим эффектом может использоваться также на других станках (СБУ-50Э, КБУ-80 и КБУ-1), которые имеют достаточно мощные ударные узлы и применяются в настоящее время для бурения подземных скважин малого диаметра [5].

Заключение

1. В результате эксперимента получены графические зависимости, показывающие влияние различных факторов (массы и формы бойка, его предударной скорости, геометрических параме-

тров штанг, а также используемых в производстве конструкций соединений: ниппельного и муфтовых) на процесс передачи энергии силовых импульсов по колонне буровых штанг.

2. Разработанные конструкции ставов штанг позволяют передавать около 70 % энергии ударных импульсов от машин на забой 25...30-метровых скважин.
3. К числу перспективных конструкций соединений буровых штанг можно отнести ниппельное, которое обеспечивает сравнительно высокий коэффициент передачи энергии ударных импульсов, а также значительно лучшую, чем при муфтовых соединениях, промывку нисходящих скважин.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алимов О.Д., Манжосов В.К., Еремьянц В.Э. Удар. Распространение волн деформаций в ударных системах. – М.: Наука, 1985. – 357 с.
2. Горбунов В.Ф., Саруев Л.А., Чирьев В.И. и др. О причинах снижения эффективности ударно-поворотного бурения составным буровым ставом // Технический прогресс в машиностроении. – Томск, 1972. – С. 278–281.
3. Иванов К.И., Латышев В.А., Андреев В.Д. Техника бурения при разработке месторождений полезных ископаемых. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1987. – 272 с.
4. Шелковников И.Г. Использование энергии удара в процессах бурения. – М.: Недра, 1977. – 160 с.
5. Климентов М.Н., Федоренко И.Н., Экдышман А.С. Совершенствование техники и технологии бурения скважин ударно-вращательным способом // Горный журнал. – 2004. – № 5. – С. 32–35.

УДК 621.923

КРУЧЕНИЕ ПРИЗМАТИЧЕСКОГО БРУСА, ПРОДОЛЬНО ОСЛАБЛЕННОГО ЦИЛИНДРИЧЕСКИМИ ПОЛОСТЯМИ С УЧЕТОМ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ

Р.К. Калбиев

Азербайджанский архитектурно-строительный университет, г. Баку

E-mail: elektroset@box.az

Исследовано кручение призматического бруса двухсвязного поперечного сечения, ограниченного снаружи квадратом или внутри контуром, близким к окружностям. При кручении призматического бруса, продольно ослабленного цилиндрическими полостями по окружности, внутри наружного контура сечения призмы (квадрата) и при кручении кольцевого бруса при равном диаметре, касательные напряжений одинаковы. В таком случае геометрические параметры внутреннего контура более существенно влияют на напряженное состояние бруса, чем наружные.

В ранее опубликованных работах [1] дается изложение Сен-Венана, а затем изучаются брусья из разнородного материала, столь важные для железобетонных сооружений, по совершенно новым методам, впервые развитым Н.И. Мухелишвили. В работах Д.И. Шермана [2] был указан прием, допускающий эффективное рассмотрение задач кручения призматических тел, поперечные сечения которых являются двухсвязными областями некоторого вида. Этот прием основан на введении по усмотрению на какой-либо одной из кривых, ограничивающих сечение, вспомогательной функции, для определения которой строится затем интегральное уравнение Фредгольма. Последнее решается последовательными приближениями, базирующимися

на разложении вспомогательной функции в ряд по степеням параметра, характеризующего частично геометрические размеры сечения и главным образом сравнительную близость одной из его границ к другой. В [3] на основе методов теории функции комплексного переменного и конформного отображения рассмотрены и решены задачи теории упругости для неодносвязных областей изотропных и анизотропных материалов. Впервые на основе энергетического метода А.А. Гриффитса решил задачу о необходимой величине предельной разрушающей нагрузки для бесконечной однорядной пластины с прямолинейной микроскопической трещиной заданной длины в случае, когда пластина растягивается.

Обзор работ по задачи теории упругости для конечных тел показывает, что ранее границу тела принимали идеальной. Как известно, в отличие от идеальной, реальная поверхность тел (деталей) никогда не бывает абсолютно гладкой и всегда имеет микро- или макроскопическое неровности, образующие шероховатость. Под шероховатостью поверхности в машиностроении понимается совокупность неровностей, рассматриваемых в пределах стандартного участка. Качество обработки поверхности деталей машиностроения существенно влияет на их прочность. Так, например, повышение чистоты обработки при прочих равных условиях увеличивает статическую прочность, особенно хрупкую, и в большей степени предел выносливости. Эти факты объясняются влиянием микрогеометрии обработанной поверхности на напряженное поле. Таким образом, неровности, образующиеся при обработке рабочей поверхности, являются эффективными концентраторами напряжений и могут в несколько раз снижать прочность.

Именно в обход трудностей, связанных с решением задач указанными методами, мы предлагаем более эффективное, на наш взгляд, решение. Оно может оказаться полезным и удобным во многих частных вопросах теории упругости.

В работе рассмотрено кручение призматического бруса, продольно ослабленного цилиндрическими полостями с учетом шероховатости поверхности.

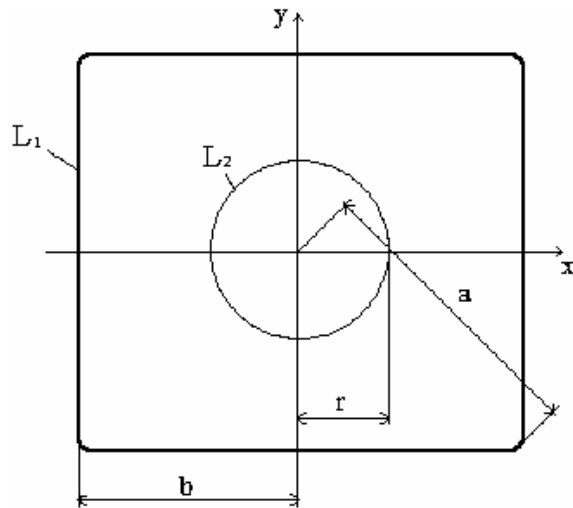


Рис. 1. Сечение бруса

Предположим, что изотропный и однородный призматический брус с поперечным сечением S в виде двусвязной области ограничен извне правильным четырехугольником L_1 , а изнутри окружностями L_2 радиусом r (рис. 1). При решении прикладных задач целесообразно разработать эффективный приближенный метод решения задач теории упругости для двусвязных областей, который позволил бы избежать построение новых отображающих функций. Брус подвержен действию крутящего момента M .

Границу внутреннего контура (или наружного, если она близка к круговой) представим в виде:

$$\rho(\theta) = r + \varepsilon H(\theta).$$

Здесь ε – малый параметр, равный отношению высоты наибольшего выступа профиля к радиусу отверстия или отношению глубины наибольшей впадины профиля к радиусу отверстия; $H(q)$ – функция, не зависящая от малого параметра.

Касательные напряжения ищем в виде разложения по малому параметру ε :

$$\tau_{r\theta} = \tau_{r\theta}^{(0)} + \varepsilon \tau_{r\theta}^{(1)} + \dots \quad (1)$$

где для упрощения задачи пренебрегаем членами, содержащими малый параметр ε в степени выше первой.

В соотношениях (1) $\tau_{r\theta}^{(0)}$ – напряжения нулевого приближения, а $\tau_{r\theta}^{(1)}$ – напряжения первого приближения. Каждое из приближений удовлетворяет системе дифференциальных уравнений равновесия. Граничные условия на внешнем на квадратном контуре будут [1] в нулевом приближении такие же, как в исходной задаче:

$$f_1^{(0)}(t) = f_1(t)$$

и в первом приближении будут нулевыми

$$f_1^{(1)}(t) = 0.$$

Значения компонент напряжений ($\tau_{r\theta}^{(0)}$, $\tau_{r\theta}^{(1)}$) при $r=R(q)$ найдем, разлагая в ряд выражения для напряжений в окрестности $r=R$.

$$\tau_{\theta r}^{(0)} \Big|_{r=\rho} = \tau_{\theta r}^{(0)} \Big|_{r=R} + \frac{\partial \tau_{\theta r}^{(0)}}{\partial r} \Big|_{r=R} \varepsilon H(\theta) + \dots + \dots \quad (2)$$

$$\tau_{\theta r}^{(1)} \Big|_{r=\rho} = \tau_{\theta r}^{(1)} \Big|_{r=R} + \frac{\partial \tau_{\theta r}^{(1)}}{\partial r} \Big|_{r=R} \varepsilon H(\theta) + \dots +$$

Граничные условия на контуре L_2 представим в виде

$$\tau_{\theta t} = \tau_{r\theta} (\cos^2 \varphi - \sin^2 \varphi) = 0. \quad (3)$$

Если взять $\sin \varphi$ и $\cos \varphi$ с точностью до величин первого порядка малости и подставить выражения (2) в граничные условия (3), то после преобразования краевые условия при $r=R$ получим в следующем виде:

$$\tau_{r\theta}^{(0)} = 0; \quad \tau_{r\theta}^{(1)} + H(\theta) \frac{\partial \tau_{r\theta}^{(0)}}{\partial r} = 0.$$

Решение в нулевом приближении является известным. Первое и все последующие приближения решаются тем же способом, что и нулевое, только задача усложняется из-за граничных условий на круговом контуре $r=R$.

Рассмотрим решение поставленной задачи в нулевом приближении.

Как известно [1], изучение задачи кручения бруса сводится к нахождению функций $\varphi(z)$ комплексного переменного, удовлетворяющих определенным граничным условиям на L_j :

$$\phi(t) + \overline{\phi(t)} = t \cdot \bar{t} + C_j, \quad t \in L_j \quad (j = 1, 2). \quad (4)$$

Здесь t – аффикс точек контура L_j ; C_j – вещественные постоянные (одну из которых, например C_1 , примем равной нулю, а C_2 подлежит определению).

Внешность квадрата L_1 , как известно, отображается на внешность единичного круга с помощью следующей функции [1]

$$z = A\tau \left(1 + \frac{m}{\tau^q} \right), \quad (5)$$

где $A = \frac{a+b}{2}$; $|m| = \frac{a-b}{a+b}$, a и b соответственно радиусы окружностей, описанных вокруг квадрата и вписанных в квадрат L_1 ; q – число осей симметрии (число сторон), $q=4$; $\tau = e^{i\theta}$, τ – аффикс, а θ – аргумент точки контура единичной окружности.

Очевидно, что в (5) при $m=0$ контур L_1 превращается в окружность радиуса $R=A$. Для квадрата $m=-1/9$.

Регулярную функцию в области S построим в виде суммы функций, одна из которых регулярна внутри контура L_1 , а другая вне контура L_2 , т. е.

$$\phi^{(j)}(z) = \sum_{k=0}^N a_k \left(\frac{z}{A} \right)^k + \sum_{k=1}^N b_k \left(\frac{r}{z} \right)^k. \quad (6)$$

Здесь неизвестные и подлежащие определению коэффициенты a_k и b_k ($k=0, \infty$), принимаются комплексными величинами. N – верхний предел суммы выбирается в зависимости от точности, с которой желательно получить искомое решение. Формально, лишь с целью несколько облегчить математические выкладки, верхний предел возьмем равным бесконечности; в последующем, для иллюстрации решения, фактически будем рассматривать лишь укороченные системы.

Учитывая (6) в (5), граничные условия на L_j приводятся к виду:

$$\sum_{k=1}^{\infty} a_k \left(\frac{t}{A} \right)^k + \sum_{k=1}^{\infty} b_k \left(\frac{r}{t} \right)^k + \sum_{k=1}^{\infty} a_k \left(\frac{\bar{t}}{A} \right)^k + \sum_{k=1}^{\infty} b_k \left(\frac{\bar{r}}{\bar{t}} \right)^k = t \cdot \bar{t} - C_j \quad \text{на } L_j. \quad (7)$$

На внешнем контуре L_1 имеем

$$\begin{aligned} \bar{t}t &= A^2 \left(\tau + \frac{m}{\tau^3} \right) (\tau^{-1} + m\tau^3) = \\ &= A^2 (1 + m^2) + A^2 m (\tau^4 + \tau^{-4}). \end{aligned} \quad (8)$$

Учитывая в граничном условии (4) отображающую функцию (5) и выражение (8), получим:

$$\begin{aligned} \sum_{v=1}^{\infty} \tau^{-v} S_1(v) + \sum_{v=1}^{\infty} \tau^v S_1(v) + \sum_{v=1}^{\infty} \tau^{-v} S_2(v) + \sum_{v=1}^{\infty} \tau^v S_2(v) + \\ + \sum_{v=0}^{\infty} \tau^{-v} S_3(v) + \sum_{v=0}^{\infty} \tau^v S_3(v) = A^2 m \tau^4 + A^2 m \tau^{-4} + C. \end{aligned} \quad (9)$$

Приравнявая в (9) коэффициенты при одинаковых степенях τ , получим систему бесконечных линейных алгебраических уравнений:

$$S_1(v) + S_2(v) + S_3(v) = A^2 m \varepsilon. \quad (10)$$

Здесь введены обозначения:

$$\begin{aligned} S_1(v) &= \sum_{n=v-4E}^v * a_k \left(\frac{r}{A} \right)^k m^{\frac{v-k}{4}} C_{-k}^{\frac{v-k}{4}}, \\ S_2(v) &= \sum_{v_1=v}^{\infty} * b_k m^{\frac{v_1-v}{4}} C_{v_1}^{\frac{v_1-v}{4}}, \\ S_3(v) &= \sum_{v_1=\frac{v+\varepsilon}{3}}^{\infty} * b_k m^{\frac{v_1+v}{4}} C_{v_1}^{\frac{v_1+v}{4}}, \end{aligned} \quad (11)$$

ε равно 0 или 1.

Кроме того, к системе бесконечных уравнений (10) следует присоединить еще уравнение для свободных членов (они отвечают нулевой степени переменной τ):

$$2S_3(0) = A^2 (1 + m^2) + C_1.$$

Теперь преобразуем граничное условие на внутреннем контуре L_2 . Так как на окружности L_2 имеем $\bar{t}t=R^2$, то равенству (7) придадим следующий вид:

$$\begin{aligned} \sum_{k=1}^{\infty} a_k \left(\frac{r}{t} \right)^k + \sum_{k=1}^{\infty} b_k \left(\frac{t}{r} \right)^k + \sum_{k=1}^{\infty} a_k \left(\frac{\bar{t}}{r} \right)^k + \\ + \sum_{k=1}^{\infty} b_k \left(\frac{r}{\bar{t}} \right)^k = 0 \quad \text{на } L_2. \end{aligned}$$

В граничном условии (7), сравнивая коэффициенты при одинаковых степенях r/t , получим следующую систему бесконечных линейных алгебраических уравнений

$$a_v + \lambda^v b_v = 0, \quad v = 1, 2, \dots \quad (12)$$

Таким образом, решение задачи кручения призматических брусьев с центральной круглой полостью сведено к двум (10) и (12) системам бесконечных линейных алгебраических уравнений.

Из этих уравнений удерживается несколько первых уравнений и определяются неизвестные коэффициенты a_k и b_k . Число этих уравнений должно быть фиксировано в зависимости от параметра, характеризующего близость контуров сечения, от требуемой точности расчета.

После нахождения корней уравнений (10) и (12) по формуле (6) определяется регулярная в области S функция $\phi(z)$.

Как известно, компоненты касательных напряжений вычисляются по формуле [1]

$$\tau_{yx} - i\tau_{yz} = \mu\tau i[\phi'(z) - \bar{z}]. \quad (13)$$

Подставляя в (13) значение регулярной функции $j(z)$, определяемой по формуле (6), получим

$$\tau_{yx} - i\tau_{yz} = \mu\tau i \left[-\sum_{k=1}^{\infty} k a_k \frac{r^k}{z^{k+1}} + \sum_{v=1}^{\infty} k a_k A^{-k} z^{k-1} b_k - \bar{z} \right].$$

В (7) перейдя к полярным координатам r и q , где $z=re^{iq}$, $\bar{z}=\bar{r}e^{iq}$, получим

$$\tau_{yx} - i\tau_{yz} = \mu\tau i \left[\begin{array}{l} -\sum_{k=1}^{\infty} ka_k \frac{r^k}{\rho^{k+1}} e^{-i(k+1)\theta} + \\ + \sum_{k=1}^{\infty} kA^{-k} \rho^{k-1} e^{i(k-1)\theta} b_k - \rho e^{-i\theta} \end{array} \right].$$

Как известно [1],

$$\tau_{\rho} - i\tau_{\theta} = \frac{\xi\omega'(\xi)}{e|\omega'(\xi)|} (\tau_{xz} - \tau_{yz}).$$

На границе области должно быть $\tau_{\rho}=0$, поэтому предыдущая формула позволяет непосредственно определить контурное значение касательного напряжения τ_{θ} и, в частности, найти его максимум.

Уравнению для определения жесткости при кручении можно придать вид

$$D = \mu \iint_S (x^2 + y^2 + x \frac{\partial \phi}{\partial y} - y \frac{\partial \phi}{\partial x}) dx dy = \mu \{ J - \frac{i}{4} \int_{L_j} (\phi(t) - \overline{\phi(t)}) d(t \bar{t}) \}, \quad (14)$$

где интегрирование ведется по всем контурам L_j , обход которых таков, что область S всегда остается слева; J – полярный момент инерции площади поперечного сечения:

$$J = \int_{L_1} (x^2 + y^2) dx dy. \quad (15)$$

Согласно равенствам (14) и (15), формуле для определения жесткости на кручение придадим еще и такой вид:

$$D = \mu(J + D_0), \quad (16)$$

где μ – модуль сдвига.

$$D_0 = -J - \frac{i}{4} \sum_{j=1}^{\infty} \int_{L_j} (\phi(t) - \overline{\phi(t)}) d(t \bar{t}), \quad (17)$$

J может быть записан в виде

$$J = \iint_{S_1} (x^2 + y^2) dx dy - J_0 = \frac{1}{3} \int_{L_1} (x^3 dy - y^3 dx) - J_0.$$

Здесь $J_0 = \frac{\pi r^2}{2}$ – полярный момент инерции круга (область – внутренние контуры L_2).

Двойной интеграл, распространенный по S_2 (вся область, охваченная контуром L_1), после замены криволинейным и перехода в нем к переменным t и \bar{t} , приводится к виду

$$J = \frac{1}{8i} \int_{L_1} t \bar{t} (\bar{t} dt - t d\bar{t}) - J_0.$$

Преобразовав, в свою очередь, этот интеграл к переменной τ , учитывая в нем отображающую функцию (5), получим:

$$J = \frac{\pi A^4}{2} (1 - 4m^2 - 3m^2) - \frac{\pi r^4}{2}.$$

Этому равенству можно придать и такой вид:

$$J = J_0 \left\{ \left(\frac{A}{r} \right)^4 (1 - 4m^2 - 3m^2) - 1 \right\}. \quad (18)$$

Так как интеграл в равенстве (17), распространенный по окружности L_1 , тождественно обращается в нуль (на окружности $\bar{t}t=r^2$ и поэтому его дифференциал равен нулю), то, учитывая отображающую функцию (5), а также выражения для регулярной функции $\phi(z)$, можно записать D_0 в форме

$$D_0 = \frac{i}{4} \left[\begin{array}{l} \sum_{v=1}^{\infty} \int_{\gamma} \tau^{-v} S_1(v) + \sum_{v=1}^{\infty} \int_{\gamma} \tau^v S_2(v) + \\ + \sum_{v=1}^{\infty} \int_{\gamma} \tau^{-v} S_3(v) + \sum_{v=1}^{\infty} \int_{\gamma} \tau^v S_1(v) - \\ - \sum_{v=1}^{\infty} \int_{\gamma} \tau^{-v} S_2(v) - \sum_{v=1}^{\infty} \int_{\gamma} \tau^v S_3(v) \end{array} \right] \times A^2 (4m\tau^3 - 4m\tau^{-5}) d\tau. \quad (19)$$

Здесь γ – единичная окружность в плоскости ξ , на которую отображается L_1 . При этом $S_1(v)$, $S_2(v)$ и $S_3(v)$ определяются по формулам (11).

Из всех интегралов, входящих в равенство (19) отличны от нуля лишь интегралы, содержащие переменную τ в первой отрицательной степени. Поэтому для вычисления D_0 получим следующую простую формулу:

$$D_0 = 4\pi mA^2 [S_1(4) - S_2(4) + S_3(4)]. \quad (20)$$

Таким образом, жесткость на кручение будет определяться по формуле, учитывая (18) и (20) в равенстве (16):

$$D = \mu(J + D_0) = 4\mu\pi mA^2 [S_1(4) - S_2(4) + S_3(4)] + \mu J_0 \left\{ \left(\frac{A}{r} \right)^4 (1 - 4m^2 - 3m^2) - 1 \right\}.$$

При заданной закручивающей паре, т. е. при заданной величине M , постоянная τ определится по формуле

$$\tau = \frac{M}{D}$$

и задача решена на нулевом приближении [3].

Перейдем к решению задачи в первом приближении. На первом приближении главный момент внешних напряжений, приложенных к верхнему основанию, определится формулой [4]

$$M^{(1)} = -H(\theta) \frac{\partial \tau_{r\theta}^{(0)}}{\partial r}.$$

Для каждого профиля обработанной поверхности (реализация шероховатой поверхности) внутреннего контура пластинки функцию $H(\theta)$ можно разложить в степенной ряд на отрезке $[0; 2\pi]$.

До сих пор исследование распределения напряжений возле границ призматического бруса с неровностями на контуре проводилось в детермини-

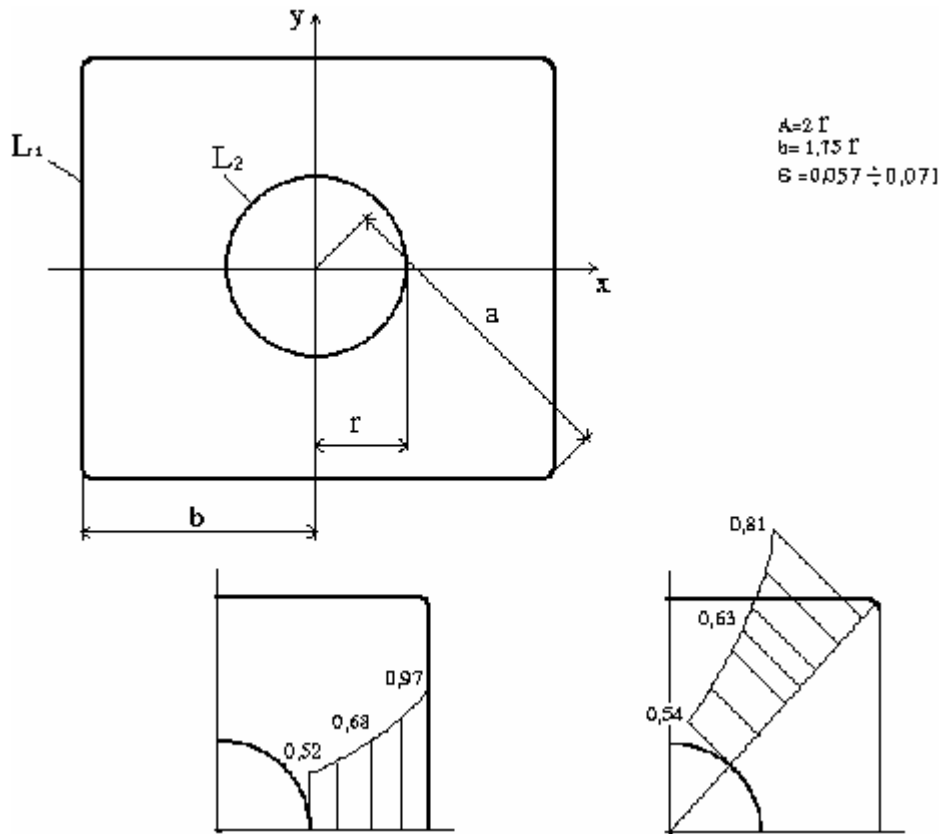


Рис. 2. Эпюры касательных напряжений

стической постановке. Представляет большое практическое значение случай, когда распределение и формы неровностей (шероховатости) контура носят случайный характер.

Для расчетов были приняты следующие законы распределения шероховатостей [5]:

$$H(\theta) = d \cos \frac{2\pi\theta}{h},$$

где d – высота выступов, а h – шаг.

Нами были рассмотрены следующие конкретные примеры.

При определенных параметрах характерных точках конструкции определены величины касательных напряжений и для наглядности построены эпюры напряжений (рис. 2).

При кручении призматического бруса, продольно ослабленного цилиндрическими полостями по окружности внутри наружного контура сечения призмы (квадрата) и при кручении кольцевого бруса по контуру наружного контура, при равном диаметре, касательные напряжений одинаковы. В таком случае, геометрические параметры внутреннего контура более существенно влияют на напряженное состояние бруса, чем наружного.

При численных примерах для прокатных валов (рис. 3), при $R_1=0,35$ м, $r=0,22$ м, $\mu=8,4 \cdot 10^4$, $D=\mu J$, $\tau = \frac{M}{D}$, $l=r/R_1$ определены компоненты касательных напряжений [5] с учетом шероховатости (рис. 4).

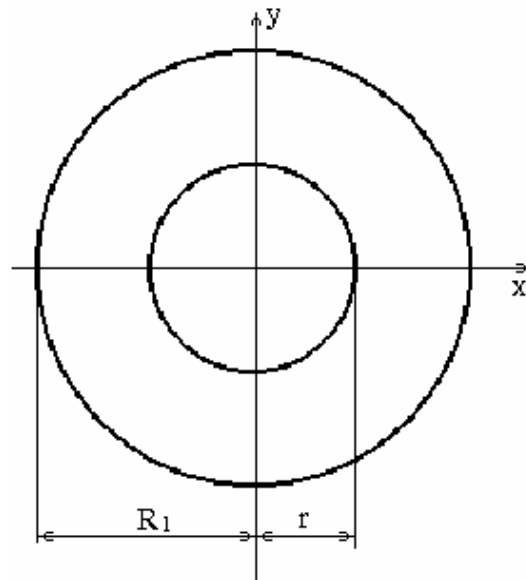


Рис. 3. Сечение вала

Известно, что при эксплуатации наружный диаметр R_1 уменьшается и получает минимальное допускаемое значение. При вычислении получено $R_1=0,28$ м. Здесь $\Delta\tau_{\max}$ – относительный процент касательных напряжений (рис. 4).

$$\Delta\tau_{\max} = \frac{\tau_{r\theta} - \tau'_{r\theta}}{\tau_{r\theta}} \cdot 100\%,$$

где τ_{r0} и τ'_{r0} – касательные напряжения с учетом и без учета шероховатости.

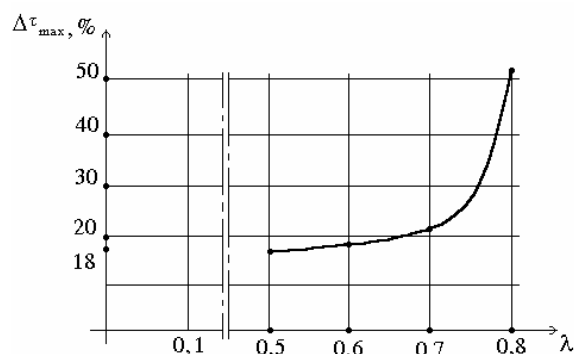


Рис. 4. График зависимости касательных напряжений от геометрических параметров при кручении

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мухелишвили Н.И. Некоторые основные задачи математической теории упругости. – М.: Наука, 1966. – 648 с.
2. Кулиев С.А. Двумерные задачи теории упругости. – М.: Стройиздат, 1991. – 350 с.
3. Калбиев Р.К. Кручение кольцевых пластин с шероховатостью // Сборник научных трудов по механике. – Баку: АзИСУ, 1998. – Ч. 1. – № 8. – С. 24–27.
4. Калбиев Р.К. Исследование напряженного состояния в шестиугольной пластинке, ослабленной центральными круглым отверстием с шероховатостью // Известия Томского политехнического университета. – 2006. – Т. 309. – № 1. – С. 142–146.
5. Калбиев Р.К. Определение напряженного состояния кольцевого бруса с шероховатостью при кручении // Труды XXI Междунар. конф. по теории оболочек и пластин. – Саратов: СГТУ, 2005. – С. 111–113.

УДК 519.71:622.3

ИНТЕГРИРОВАННЫЕ МОДЕЛИ И АЛГОРИТМЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ ДЕБИТА СКВАЖИН НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

В.Л. Сергеев, Д.В. Севостьянов

Томский политехнический университет
E-mail: SVL@mail.tomsknet.ru

Рассматривается задача идентификации дебита скважин нефтяного месторождения с учетом дополнительной информации о дебитах (приемистости) соседних скважин окружения, дополнительной априорной информации и экспертных оценок параметров модели притока жидкости, представленных непараметрическими моделями. Приводятся результаты статистического моделирования по определению точности предложенных оценок продуктивности скважин и пластового давления.

Актуальной проблемой мониторинга и оперативного управления работой скважин месторождений углеводородов является задача идентификации гидродинамических параметров (дебита нефти, жидкости, воды, пластового давления, фильтрационных параметров пласта и т. д.), которая заключается в построении оптимальных, в смысле заданных критериев качества, математических моделей на основе промысловых данных, результатов исследований скважин с использованием дополнительной априорной информации, экспертных оценок, накопленного опыта и знаний [1–3].

Использование классических методов идентификации гидродинамических параметров [1, 2] часто связано с проблемами низкой точности реше-

Как видно из рис. 4, после некоторых значений λ влияние шероховатости на напряженное состояние вала резко увеличивается.

Выводы

При кручении призматического бруса, продольного ослабленного цилиндрическими полостями по окружности внутри наружного контура сечения призмы (квадрата) и при кручении кольцевого бруса при равным диаметре, касательные напряжений одинаковы. В таком случае, геометрические параметры внутреннего контура более существенно влияет на напряженное состояние бруса, чем наружные.

Для оценки прочности бруса найдено касательное напряжение, действующее вблизи шероховатого контура. После некоторых значений $\lambda=r/R_1$ влияние шероховатости на напряженное состояние вала резко увеличивается.

ний в связи с неполнотой, неоднородностью промысловых данных, результатов исследований скважин, наличия различного рода ошибок, отсутствием достоверной информации о моделях взаимодействия скважин, моделей дополнительных априорных сведений и экспертных оценок.

В этой связи актуальным является идентификация гидродинамических параметров пластов с использованием метода интегрированных моделей [3–5], который позволяет учитывать различную неоднородную, дополнительную априорную информацию, дает оптимальное решение задачи идентификации с обеспечением устойчивости решения, согласованности исходных данных и дополнительных априорных сведений.