

3. Ларионов. С.А., Власов. Ю.А., Саркисов Ю.С. и др. Получение, идентификация и применение наноуглеродных материалов в тиботехнических системах транспортных машин. Вестник машиностроения. – №8, 2013. – С. 37–40.
4. Сергеев Г.Б. Нанохимия.- М.: Изд-во Моск. ун-та.– 2003. – 288с.
5. Пат. На полезную модель 32602 рос. Федерации: МПК⁷ G01 N3/56. Автоматизированный комплекс для триботехнического контроля смазочных свойств рабочих жидкостей и исследование фрикционно-износных свойств конструкционных материалов.
6. Пат. На полезную модель 43974 рос. Федерации: МПК⁷ G01 N3/56. Устройство нагружения к машине трения.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РАСПОЛОЖЕНИЯ ПРОДОЛЬНЫХ ЗАКОНТУРНЫХ КАНАЛОВ НА ВЕЛИЧИНУ КОНЦЕНТРАЦИИ НАПРЯЖЕНИЙ

А.А. Казанцев, Ю.Ф. Глазков, А.А. Дортман*

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета*

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26

**Кузбасский государственный технический университет, 650000, Кемерово, ул. Весенняя, 28*

E-mail: kazantsev@tpu.ru, glazkow-yf@rambler.ru

Объектом исследования являются продольные законтурные каналы образованные опорными элементами противовращения которые расположены на стабилизирующей секции геохода (рис. 1) при его проходке. В данные каналы предполагается установка элементов законтурной крепи для поддержания горных выработок.

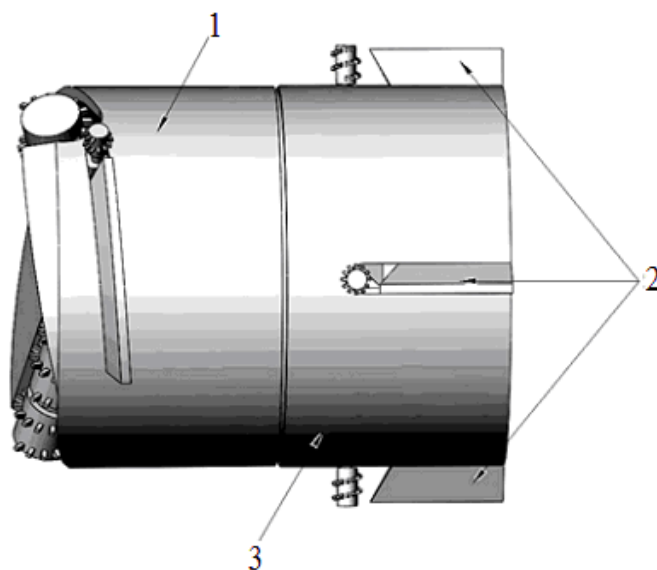


Рис. 1. Внешний вид геохода:

1 – головная секция, 2 – стабилизирующая секция, 3 – элементы противовращения

Оценка влияния расположения каналов производилась по величине напряжений, возникающих в окрестности выработки с каналами. Напряжения определялись из решения задачи плоской деформации методом конечных элементов в упругой линейной постановке (модель Гука). Механические свойства массива горных пород, вмещающих выработку, приняты по справочнику [7] для условий шахты Распадская, песчаник мелкозернистый, пропитанный гидроокислами железа).

Свойства породы, принятые для анализа:

модуль упругости первого рода $E = 2 \cdot 10^4$ МПа;

коэффициент Пуассона $\nu = 0,2$;

объемная масса $\rho = 2200$ кг/м³;

предел прочности при одноосном сжатии $\sigma_{сж} = 22$ МПа;

предел прочности при одноосном растяжении $\sigma_p = 2,6$ МПа;
сцепление $C = 5,8$ МПа;
угол внутреннего трения $\varphi = 38^\circ$.
Глубина залегания выработки для расчета принята $H = 50$ м.

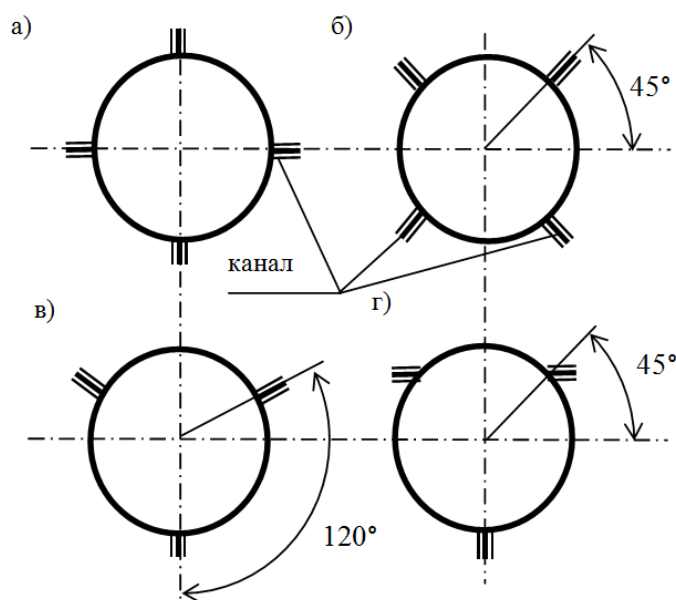


Рис. 2. Схемы расположения продольных законтурных каналов:
а) плюс-образное (+); б) икс-образное (X); в) игрек-образное (Y); г) Т-образное (T)

Расчетная модель массива горных пород, вмещающих выработку, в соответствии с современными принципами горной геомеханики [8-10] принята в виде бесконечной невесомой полуплоскости с вырезом в форме поперечного сечения выработки, нагруженной на бесконечности вертикальным давлением γH и горизонтальным $\lambda \gamma H$.

Здесь $\gamma = \rho g = 2200 \cdot 9,81 \approx 22000$ н/м³ = 22 кН/м³ – объемный вес горной породы. Коэффициент бокового давления $\lambda = \nu / (1 - \nu) = 0,2 / (1 - 0,2) = 0,25$.

При таких условиях вертикальное давление $\gamma H = 22 \cdot 50 = 1100$ кПа = 1,1 МПа, и горизонтальное $\lambda \gamma H = 0,25 \cdot 1,1 = 0,275$ МПа.

Размеры поперечного сечения выработки $D = 3200$ мм. Поперечные сечения каналов в перспективе предполагается принимать в форме трапеции, сужающейся по мере удаления от контура выработки. В предположении, что трапециевидность сечения канала будет несущественно влиять на результаты расчетов, в рамках данного этапа работы сечения всех каналов принимались одинаковыми прямоугольными с длиной 200 мм и шириной 40 мм.

2. Описание моделей метода конечных элементов

При моделировании методом конечных элементов (МКЭ) учитывалась симметрия задач. Так для вариантов расположения каналов (+) и (X), (рис. 2, а, б) имеющих вертикальную и горизонтальную оси симметрии, моделировалась четверть полуплоскости. Для вариантов (Y) и (T) (рис. 1, в, г) с одной (вертикальной) осью симметрии моделировалась правая половина полуплоскости.

Элементные модели (КЭМ) горного массива в окрестности выработки с каналами приведены на рис. 3.

Внешние вертикальные и горизонтальные границы КЭМ, к которым прикладывались вертикальное и горизонтальное давления располагались на расстоянии 12 м от соответствующих осей симметрии моделей.

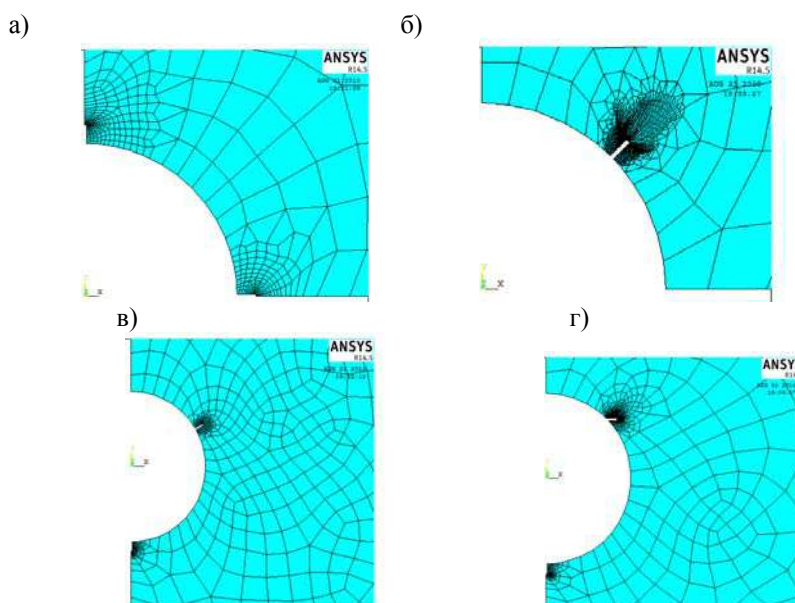


Рис. 3. Сетки конечных элементов в окрестности выработок:

а) плюс-образное (+); б) икс-образное (X); в) игрек-образное (Y); г) Т-образное (T)

3. Анализ результатов расчетов

В качестве иллюстрации результатов расчетов на рис.3 приведены эпюры интенсивности расчетных напряжений, которая определяется как модуль максимальной парной разности главных напряжений [11]

$$\text{Max}[(\sigma_1 - \sigma_2)(\sigma_2 - \sigma_3)(\sigma_3 - \sigma_1)] \quad (1)$$

Из приведенных результатов видно, что влияние каналов носит резко локальный характер, при котором зоны значительного увеличения расчетных напряжений расположены вблизи вершин каналов и по размерам соизмеримы с длиной канала равной 200 мм. Для оценки степени влияния вариантов расположения каналов были найдены значения интенсивности напряжений σ_i , максимального σ_1 и минимального σ_3 главных напряжений, которые приведены в табл. 1.

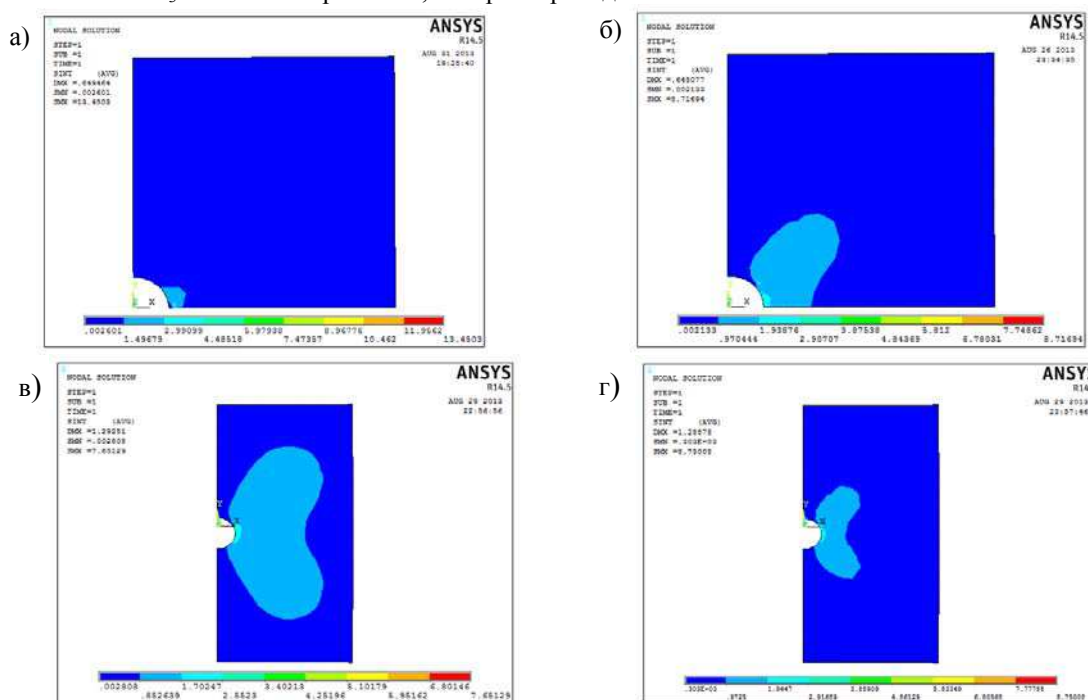


Рис. 3. Эпюры интенсивностей напряжений:

а – плюс-образное (+); б – икс-образное (X); в – игрек-образное (Y); г – Т-образное (T)

Таблица 1

№	Вариант	Значения расчетных напряжений		
		Напряжения, МПа		
		σ_i	σ_1	σ_3
1	+	13,45	0,67	-14,21
2	X	8,71	0,98	-8,11
3	Y	7,65	0,71	-7,69
4	T	8,75	0,63	-8,29

Здесь необходимо отметить, что несоответствие результатов, приведенных в табл. 1, формуле (1) вызвано тем, что расчетные напряжения каждого вида определялись в несовпадающих точках моделей и приведены здесь для сравнительных оценок. С нашей точки зрения, наиболее представительными являются значения интенсивности напряжений σ_i .

4. Выводы

1. В условиях данной задачи, когда вертикальная нагрузка преобладает над горизонтальной, наибольшие расчетные напряжения в окрестности выработки круглого поперечного сечения без каналов концентрируются в бортах выработки, т. е. на горизонтальной ее оси. Назовем такое напряженное состояние исходным. Концентрация напряжений, связанная с наличием каналов, зависит от исходного напряженного состояния. Чем выше исходные напряжения, тем сильнее концентрация напряжений от каналов.

2. Результаты, приведенные в табл. 1, вполне соответствуют этому правилу. Максимум напряжений по варианту (+) вызван тем, что горизонтальные каналы расположены в зоне максимальных исходных напряжений.

3. Остальные три варианта (X, Y, T) близки по значениям интенсивности напряжений. Это вызвано тем, что каналы в этих вариантах находятся в зонах относительно малых исходных напряжений. В соответствии со значениями интенсивности напряжений можно расположить варианты расположения каналов по степени убывания предпочтительности: (Y), (T), (X), (+).

4. В дальнейшем можно использовать следующий подход к расположению каналов – их необходимо располагать в зонах минимальных значений исходных напряжений. Например, в условиях решаемой задачи можно оставить два канала расположенных на вертикальной оси симметрии. Это обосновано тем, что в этих местах возникают минимальные исходные напряжения.

Полученные результаты достигнуты при финансовой поддержке гранта Губернатора Кемеровской области для молодых ученых.

Литература.

1. Винтоповоротные проходческие агрегаты / А.Ф. Эллер, В.Ф. Горбунов, В.В. Аксенов. – Новосибирск: ВО «Наука». Сибирская издательская фирма, 1992. – 192 с.
2. Аксенов В.В. Геовинчестерная технология проведения горных выработок. – Кемерово: Институт угля и углехимии СО РАН, 2004. – 264 с., ил.
3. Аксенов В.В. Научные основы геовинчестерной технологии проведения горных выработок и создания винтоповоротных агрегатов: Дис. док. техн. наук. – Кемерово, 2004, 307 с.
4. Estimation of torque variation of geohod transmission with hydraulic drive. Vladimir V. Aksenov, Mikhail Yu. Blaschuk, Mikhail V. Dubrovskii // Applied Mechanics and Materials Vol. 379 (2013) pp 11-15. Trans Tech Publications, Switzerland doi:10.4028/www.scientific.net/AMM.379.11
5. The influence of relative distance between ledges on the stress-strain state of the rock at a face V.V. Aksenov, A.B. Efremkov, V.Yu. Beglyakov // Applied Mechanics and Materials Vol. 379 (2013) pp 16-19 Trans Tech Publications, Switzerland doi:10.4028/www.scientific.net/AMM.379.16
6. Justification of creation of an external propulsor for multipurpose shield-type heading machine – GEO-WALKER V.V. Aksenov a, A.A. Khoreshok, V.Yu. Beglyakov // Applied Mechanics and Materials Vol. 379 (2013) pp 20-23 Trans Tech Publications, Switzerland doi:10.4028/www.scientific.net/AMM.379.20
7. Штумпф. Г.Г. Физико-технические свойства горных пород и углей Кузнецкого бассейна: Справочник / Г.Г. Штумпф, Ю.А. Рыжков, В.А. Шаламанов, А.И. Петров. – М.: Недра, 1994. – 447 с.
8. Булычев, Н.С. Механика подземных сооружений: Учебник для вузов. – М.: Недра, 1982. – 270 с.
9. Булычев, Н.С. Механика подземных сооружений в примерах и задачах: Учебное пособие для вузов. – М.: Недра, 1989. – 270 с.

10. Механика подземных сооружений и конструкции крепей : учебник для студентов, обучающихся по направлению подготовки "Горное дело" специальности "Шахтное и подземное строительство" / И.В. Баклашов, Б.А. Каргозия. - Изд. 3-е, стер. - Москва : Студент, 2012 [т.е. 2011]. - 542 , [1] с. : ил.; 22 см. - ISBN 978-5-4363-0027-6
11. ANSYS 14.5 Help Manual

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ГЕОХОДА

В.Ю. Садовец, В.Ю. Бегляков, А.Б. Ефременков

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26*

Обоснование компоновочных схем привода геوخода на основе гидропривода рассмотрено в работе [1]. Один из вариантов компоновочной схемы с непрерывной подачей на забой с двумя группами гидроцилиндров в разных фазах выдвигения в одной плоскости представлен на рис. 1.

Привод геوخода содержит k силовых домкратов, каждый из которых обеспечивает поворот агрегата на угол $\psi = 2\pi/k$, создавая среднюю угловую скорость $\Omega = 2\pi/T$ [2]. Неуравновешенность привода и наличие кинематических особенностей (для краткости именуемых дефектами) приводит к формированию в спектре колебаний с высшими частотами $m\Omega$ и $n\Omega$. Для определенности считаем $m < n$; $m, n = 2, 3, \dots$

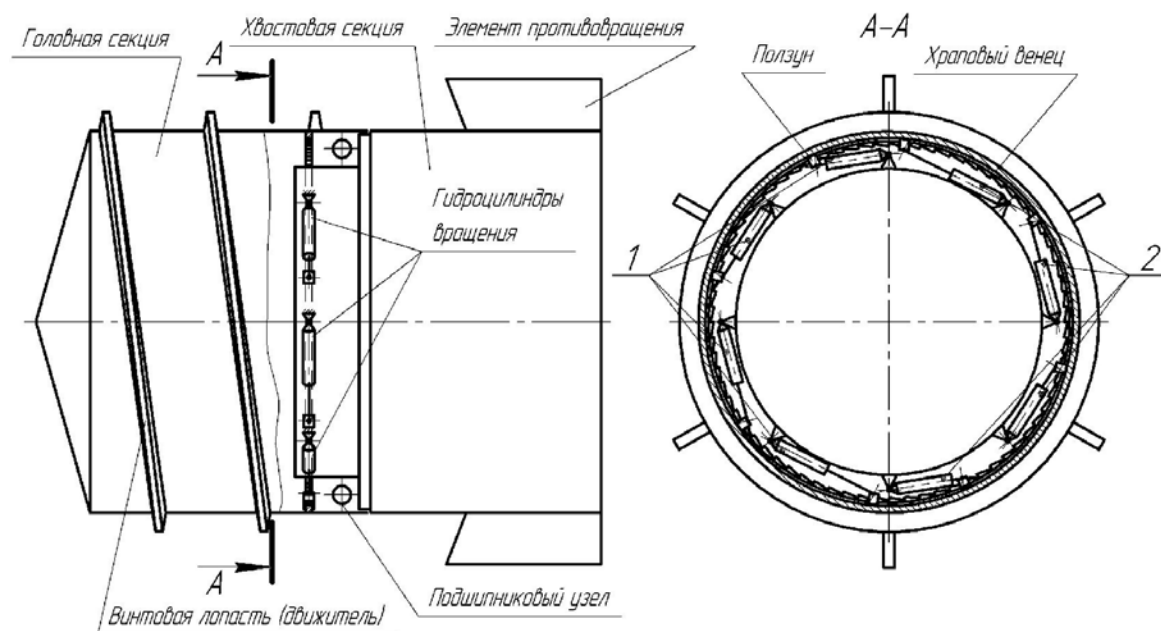


Рис. 1. Компоновочная схема гидравлического привода геохода

По техническим условиям допускаются режимы работы и состояния привода, при которых в изменении (пульсации) окружной скорости головной секции геохода, выделяется не более 2-х устойчивых колебаний (гармоник m и n) с частотами вращения: $m\Omega = \frac{2\pi m}{T} < n\Omega = \frac{2\pi n}{T}$.

Трехкомпонентные колебания классифицируются как проявления разного рода критических дефектов, но и природа двухкомпонентных спектров также связывается с отклонениями от идеального механизма. Таким образом, следует рассмотреть те возможные виды динамических систем, которые в ответ на включение домкрата формируют и передают на корпус две устойчивые гармоники.

При этом предполагается, что другие домкраты не обязаны воспроизводить отмеченный (зарегистрированный) режим, и могут дать другую картину формирования скоростей вращения головной секции геохода.