

$$T_3 = \left(\frac{\operatorname{tg} \gamma}{\operatorname{tg} \psi} + 1 \right) T_1, \text{ т.е. } T_3 = (T_2 + 1) T_1.$$

Полученные выражения также показывают, что при прочих равных условиях, наиболее выгодной с точки зрения передаваемого крутящего момента, является конструкция, когда выходным звеном является сепаратор, а центральное колесо неподвижно закреплено в корпусе передачи.

Литература

1. Планетарные передачи / В. Н. Кудрявцев. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. ; Л. : Машиностроение, 1966. — 307 с.
2. Черемнов А.В., Пашков Е.Н., И-Кан А., Ильин А.С. Определение силы зацепления конической передачи с промежуточными телами качения // Сборник трудов Международного симпозиума. Теория и практика зубчатых передач. Россия, Ижевск, 2014. С. 438-443.
3. Ivkina O.P., I-Kan A., Cheremnov A.V., Pashkov E.N. Exposing static indeterminacy of dimensioned gear with packing rolling element // 2012 7th International Forum on Strategic Technology, IFOST 2012.

ОЦЕНКА НДС ВНЕШНЕГО ДВИЖИТЕЛЯ ГЕОХОДА ОТ ДЕЙСТВИЯ СТАТИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

А. А. Вакуров, А. В. Лушников

Научный руководитель, ассистент К. К. Манабаев,

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Геоход является уникальной в своем роде машиной, так как она способна передвигаться под землей, используя грунт в качестве опоры [1, 2]. Это позволяет создать силу тяги и сформировать напорное усилие за счет среды, в которой перемещается геоход.

В настоящее время, геоход является востребованной и перспективной разработкой, реализуемой на базе Юргинского технологического института Томского политехнического университета (ЮТИ ТПУ). Геоход способен выполнять ряд специфических задач, таких как: прокладка тоннелей, кабелей, линий связи, выполнение спасательных операций, вести подземное бурение на большие глубины, передвигаясь в разных направлениях и под наклоном. Малый вес и габариты делают возможным перемещение геохода к месту проведения подземных работ.

Основным элементом, за счёт которого перемещается геоход по грунту, является внешний движитель. Из-за того что перед ним расположена фреза, протачивающая тоннель, и сам внешний движитель расположен под углом относительно оси геохода, при вращении головной части происходит закручивание геохода в грунте, вследствие проскальзывания внешнего движителя по грунту внутри проточенного тоннеля.

В данной работе была проведена оценка напряженно-деформированного состояния статически нагруженного внешнего движителя геохода методом конечных элементов. За основу была взята геометрическая модель внешнего движителя, предоставленная специалистами ЮТИ ТПУ, рассчитанная

Ключевые слова: геоход, внешний движитель (ВД), напряженно-деформированное состояние (НДС), метод конечных элементов (МКЭ), движитель, сила трения, перемещение геохода.

1. Расчет внешнего движителя геохода средствами Mathcad, представленный специалистами Юргинского технологического института

На рисунке 1 представлена схема нагружения геохода. Внешний движитель (позиция 1) головной секции (позиция 2) подвергается воздействию трех силы: $F_{вдN}$, $F_{вдтр}$, $F_{тррс}$.

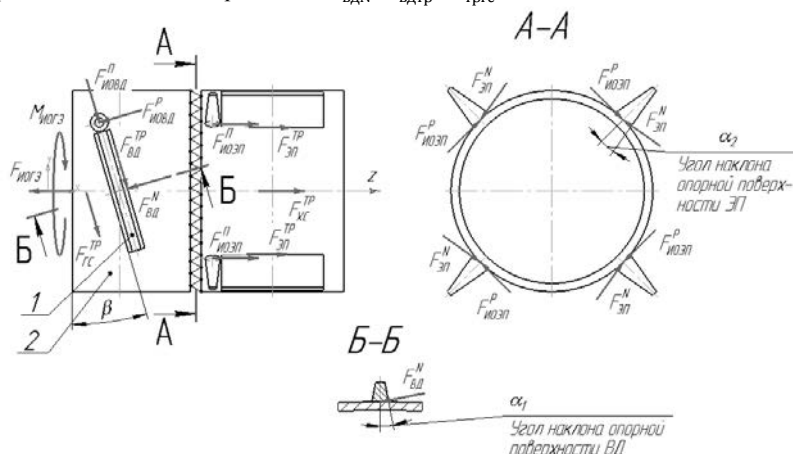


Рис. 1. Схема нагружения геохода

Здесь $F_{вдН}$ – сила нормального воздействия грунта на опорную поверхность внешнего движителя, определенная в [3], $F_{вдтр}$ – сила трения внешнего движителя о грунт. $F_{тргс}$ – сила трения головной секции геогода о грунт.

2. Расчет ВД геогода в среде программного комплекса ANSYS

Геометрическая модель ВД, представленная на рисунке 2, была создана конструкторами ЮТИ. Данная модель состоит из: двух опор – позиция 1; рамы – позиция 2; пластина, воспринимающей нагрузку от грунта – позиция 3. Габаритные размеры ВД 350x420x1200 мм. Толщина пластины, воспринимающей нагрузку, равна 30 мм, а её площадь $S_{оп} = 0,18 \text{ м}^2$. Материал, выбранный для ВД, является сталь 45 с допустимым напряжением $[a_H] = 375 \text{ МПа}$.

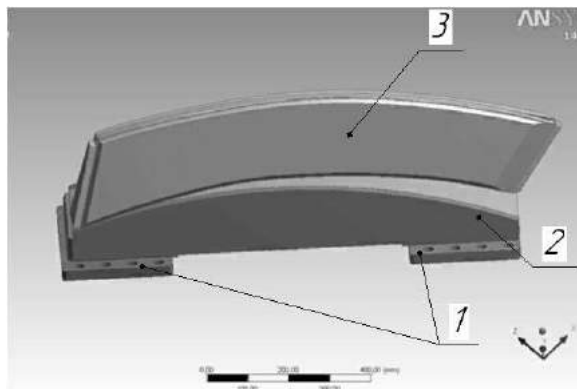


Рис. 2. Модель внешнего движителя

Модель ВД разбита на конечные элементы, представленные на рисунке 3. Опоры и рама разбиты на конечные элементы прямоугольного профиля, так как оценка НДС данных деталей не является приоритетной задачей [4, 5, 6]. А для разбиения пластины, воспринимающей нагрузку (рисунок 2 позиция 3), использовались конечные элементы – тетраэдры с величиной грани равной 10 мм.

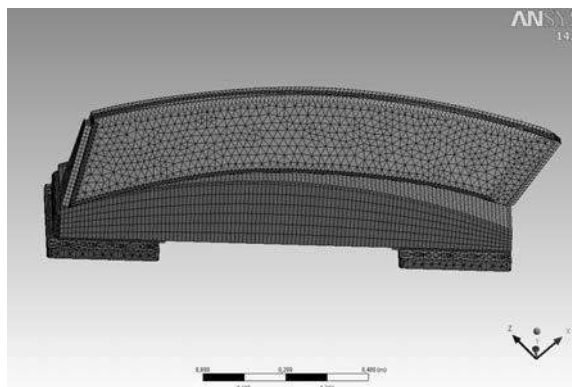


Рис. 3. Конечнoэлементная модель ВД

3. Анализ численных результатов

Графическое отображение результатов расчета ВД представлено на рисунке. Максимальная величина перемещений равна 13 мм. Расчетные напряжения модели ВД равны 149 МПа, что меньше допустимого значения $[a_H]$. Деформации расчетной модели ВД равны: касательные – 0,0019; нормальные – 0,0015.

Выводы:

- 1) Проведен анализ напряженно-деформированного состояния внешнего движителя геогода средствами программного комплекса ANSYS
- 2) Результаты расчёта показывают, что нормальные и касательные напряжения, возникающие на данной модели, не превышают допустимых значений.

Литература

1. Блащук М.Ю., Аксенов В.В., Ефременков А.Б. Гидравлические трансмиссии геогодов. - Томск : Изд-во ТПУ, 2014 - 123 с
2. Sadovets V.Y., Beglyakov V.Y., Efremenko A.B. Simulation of geokhod movement with blade actuator // Applied Mechanics and Materials. - 2015 - Vol. 770. - p. 384-390.
3. Аксенов В.В., Хорешок А.А., Ефременков А.Б., Тимофеев В.Ю. Разработка математической модели взаимодействия геогода с геосредой // Горный информационный аналитический бюллетень (научно-технический журнал) Mining informational and analytical bulletin (Scientific and technical journal). Горное машиностроение / М.: издательство «Горная книга» – 2011.– ОВ № 2. С. 79-91.

4. Светашков А.А., Куприянов Н.А., Манабаев К.К. Эффективные по времени вязкоупругие модули типа Хашина-Штрикмана // Физическая мезомеханика. — 2013. — Т. 16, № 2. — С. 33-39.
5. Светашков А.А., Куприянов Н.А., Манабаев К.К. Новые эффективные по времени характеристики для решения задач линейной вязкоупругости // Известия вузов. Физика. — 2013. — Т. 56, № 7-3. — С. 206-208.
6. Светашков А.А., Куприянов Н.А., Манабаев К.К. Модификации эффективных модулей типа Хашина-Штрикмана для двухкомпонентного изотропного композита // Физическая мезомеханика / Российская академия наук (РАН), Сибирское отделение (СО), Институт физики прочности и материаловедения (ИФПМ). — 2015. — Т. 18, № 6. — С. 57-65.

РЕШЕНИЕ ПОЗИЦИОННЫХ ЗАДАЧ ПРИ РАЗРАБОТКЕ СКРЕБКОВ ДЛЯ ВНУТРЕННЕЙ ОЧИСТКИ КРИВОЛИНЕЙНЫХ УЧАСТКОВ НЕФТЕПРОВОДОВ

А. А. Вакуров

Научный руководитель, старший преподаватель Г. П. Борисенко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Наиболее распространенным и эффективным способом очистки внутренней поверхности нефтепровода от отложений парафина является гидромеханическая очистка с применением специальных скребков, чистящими элементами, которых являются всевозможные диски, ножи и проволоочные щетки. Скребки разных конструкций различны по эффективности удаления отложений со стенок труб, по износостойкости и проходимости [3].



Рис.1 Расчетная модель скребка

В данной статье предлагается конструкция скребка (рис. 1) для очистки внутренней полости отвода. Применительно к трубопроводам с круглым поперечным сечением *отвод* – это криволинейный участок трубы с проходным каналом в виде сектора внутренней поверхности открытого тора.

Задачи, в которых определяется расположение объектов относительно друг друга, называют позиционными. Методика решений подобных задач изложена в работах [1,2]. Здесь, в отличие от указанной методики, теоретически обоснован новый наиболее простой способ решения таких задач.

Рассмотрим алгоритм решения этой задачи на примере определения максимальных (по условиям геометрического вписывания) размеров (D , d , b , l) скребка, форма которого показана на рис. 1, в соответствии с заданными размерами (R , D_0) отвода. Алгоритм решения поясним с помощью геометрических построений на рис. 2.

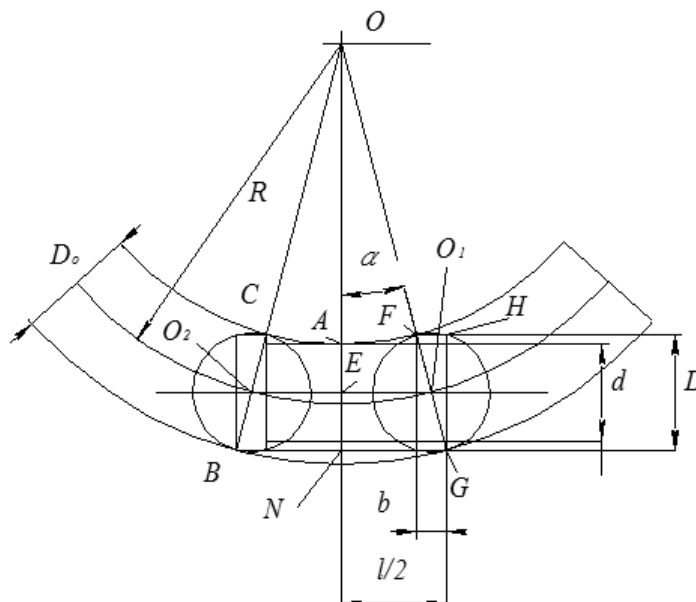


Рис.2. Расчётная схема позиционной задачи

Положение осевой линии O_1O_2 скребка определяется расстоянием $OE = (R - 0,5D_0) + 0,5d$. Через точки O_1 и O_2 пересечения осевых линий скребка и тора проводим радиусы OG и OB . Во внутреннюю полость тора вписываем две сферы диаметром D_0 с центрами O_1 и O_2 (на рис.2 показаны две окружности – проекции этих сфер). На рис.2 приняты следующие обозначения: R – радиус тора; D_0 – диаметр проходного сечения внутренней торовой поверхности; D, b – диаметр и ширина рабочего буртика (соответственно), l – длина скребка.