

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.

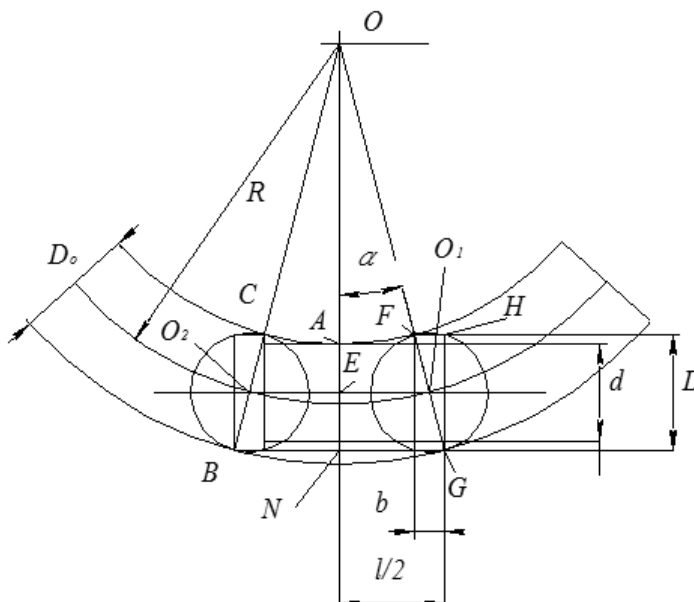


Рис.2. Расчётная схема позиционной задачи

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.

Построим хорду GH , причём $GH \perp O_1O_2$. Диаметр D буртика скребка принимаем равным длине хорды GH , $D = GH$.

Из подобия треугольников OEO_1 и FGH : $\frac{OE}{O_1O} = \frac{GH}{FG} = \frac{R - 0,5(D_0 - d)}{R} = \frac{D}{D_0}$, откуда

$$k_1 = 1 - \frac{FG}{D_0}, \quad (1)$$

где $k_1 = \frac{D}{D_0}$, $k_2 = \frac{d}{D_0}$, $k_6 = \frac{R}{D_0}$. Параметр k_2 назначается в зависимости условий прочности и от габаритов устройства [4], встраиваемого в корпус скребка для контроля его местонахождения.

Согласно рис.2 длина l скребка определяется как $l = 2NG$, где $NG = OG \sin \alpha$ (из треугольника OGN), $\alpha = \arccos \frac{GH}{D_0} = \arccos \frac{D}{D_0}$ (из треугольника FGH). Тогда:

$$l = 2(R + 0,5D_0) \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{D}{D_0}\right)^2} = 2(R + 0,5D_0) \cdot \sqrt{1 - k_1^2}.$$

Введя параметр $k_3 = l / D_0$, получим: $k_3 = 2(k_6 + 0,5) \sqrt{1 - k_1^2}$. (2)

Из треугольника FGH находим отрезок $FH = b = \sqrt{FG^2 - GH^2}$, т. е. определяем ширину уплотнительного буртика:

$$b = \sqrt{D_0^2 - D^2}. \quad (3)$$

С учётом (3) определяем параметр k_5 :

$$k_5 = b / D_0 = \sqrt{1 - k_1^2}. \quad (4)$$

На основании вышеизложенного формируем алгоритм решения позиционной задачи:

1. назначается численное значение параметра k_2 ;
2. в соответствии с (1) вычисляется параметр k_1 ;
3. в соответствии с (5) вычисляется параметр k_5 ;
4. в соответствии с (2) вычисляется параметр k_3 ;
5. определяются абсолютные значения параметров:
 $d = k_2 D_0$; $D = k_1 D_0$; $b = k_5 D_0$; $l = k_3 D_0$.

Численные значения полученных решений следует округлить в меньшую сторону до ближайшего нормального размера.

Решения, полученные по данной методике, протестированы с применением программного комплекса Dassault Systems SolidWorks (CAD-CAE), например, результаты тестирования представлены на рис. 3.

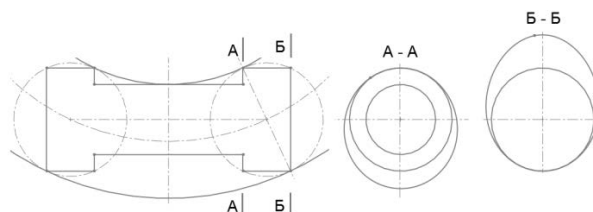


Рис. 3. Места соприкосновений поверхностей скребка и отвода

В зависимости от толщины слоя отложений парафина следует изготовить несколько скребков, отличающихся друг от друга размерами, вычисленными по вышеизложенной методике в зависимости от ряда численных значений D_0 ; причём параметр D_0 назначают с учётом толщины слоя отложений парафина. Очистку начинают скребком с наименьшим диаметром D из всего комплекта скребков, а далее – следующим по порядку возрастания величины D_0 .

Литература

1. Борисенко, Г. П., Беляев, А. Е. Об определении размеров патронов для пневмопочт // Изв. ТПИ, т. 224, 1976. – с. 51 – 55.
2. Борисенко, Г. П. Автоматизированное решение позиционной задачи патронной пневмопочты // Проектирование механических трансмиссий: Сб. научн.тр. (Под ред. В. В. Брагина; Яросл. гос. техн. ун-т. – Ярославль, 1996, – 58 с.). – с. 44 – 46.
3. Кузнецов Ю.П. Очистка внутренних поверхностей элементов нефтепроводов и оборудования. // [Электронный ресурс] – ООО «Инженерный Союз»; Оpubл. 24. 03. 2011, - Режим доступа: <http://www.12821-80.ru>tech/100-Ochistka-nefteprovodov>.

4. Романенко, Е. В., Шевелев А. Б. Оперативный контроль процесса очистки магистральных нефтепроводов, М., ВНИИОЭНГ, 1981. – 33 с.

**РЕГИОНАЛЬНОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЗОН, ОПАСНЫХ ПО ГАЗОДИНАМИЧЕСКИМ
ЯВЛЕНИЯМ, В УСЛОВИЯХ БЕЛОПАШЕНСКОГО УЧАСТКА ВЕРХНЕКАМСКОГО
МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ**

О. А. Валева

Научный руководитель, профессор С. С. Андрейко

*Пермский национальный исследовательский политехнический университет, г. Пермь,
Россия*

В соответствии с задачами, которые решаются в процессе разведки месторождений, отдельных шахтных полей, при проектировании, строительстве и эксплуатации рудников, методы прогноза газодинамических явлений делятся на три вида: региональный, локальный и текущий. Региональный способ является долговременным, и под ним подразумевается предвидение реакции калийных пластов и вмещающих пород на проведение горной выработки. При этом прогнозе на всех стадиях разведки, доразведки и эксплуатации месторождений и шахтных полей решается задача оценки вероятности развития газодинамических явлений, а также выделения по площади и в разрезе границ опасных зон. Региональный прогноз, базируясь на данных геологоразведочных работ и опыте эксплуатации шахтных полей, наряду с другими сведениями является основой для проектирования рудников и горизонтов с учетом использования различных способов предотвращения газодинамических явлений.

В основу регионального прогнозирования положен комплекс показателей выбросоопасности: существенные различия в характеристиках свойств пород, установленные при сравнительном изучении опасных и неопасных по выбросам геологических условий. Показатели определяются по результатам бурения геологоразведочных скважин с поверхности и последующих химических анализов кернов. В подавляющем большинстве случаев очаги газодинамических явлений располагаются в пластах В, Б-В, АБ, Кр.І-А, Кр.ІІ-Кр.І. Поэтому при разработке методов прогнозирования проводится анализ показателей, характеризующих эти пласты [1]. К таким показателям относятся газовый фактор, содержание нерастворимого остатка в пластах АБ и В, содержание хлорида магния в пласте В, выход керна с пласта Б-В, а также мощности пластов Б-В и В. Этот комплекс показателей был определен при выборе математической модели регионального метода прогноза и позволяет проводить оценку выбросоопасности с высокой вероятностью правильной классификации.

Прогнозирование выбросоопасности и выбросонеопасных зон осуществляется с помощью решающего правила, в основе которого лежит дискриминантная функция следующего вида:

$$f = 3,02X_1 + 0,44X_2 + 0,03X_3 + 0,03X_4 - 0,12X_5 - 0,66X_6 + 0,25X_7 \geq 8,96$$

Скважина относится к выбросоопасной зоне в том случае, если значение дискриминантной функции $f \geq 8,96$. Если $f < 8,96$, то скважина относится к выбросонеопасной зоне. Геометрическая интерпретация этой процедуры состоит в определении части полупространства, в которой находится конец информационного вектора, изображающего рассматриваемую скважину.

С точки зрения оценки выбросоопасности данный критерий позволяет относить участки калийных пластов к одному из двух классов – выбросоопасных или выбросонеопасных. Такое деление до некоторой степени условно, так как следует оценивать выбросоопасность вероятностью выброса, а не давать альтернативную оценку. Поэтому, в качестве вероятностной интерпретации полученного критерия выбросоопасности предлагается использовать выражение:

$$P_L = \frac{1}{1 + \frac{1}{e^{f_L - f_k}}}$$

где P_L - вероятность, соответствующая наибольшей дискриминантной функции;

f_L - значение наибольшей дискриминантной функции;

f_k - значение k-ой дискриминантной функции.

Значения дискриминантных функций для выбросоопасных и выбросонеопасных зон приведены ниже:

$$f_B = 6,14X_1 + 0,74X_2 - 0,1X_3 + 0,27X_4 + 0,13X_5 + 1,71X_6 + 0,91X_7 - 27,22$$

$$f_H = 3,12X_1 + 0,3X_2 - 0,13X_3 + 0,3X_4 + 0,25X_5 + 2,37X_6 + 0,66X_7 - 18,26$$

где f_B - значение дискриминантной функции для выбросоопасных зон;

f_H - значение дискриминантной функции для выбросонеопасных зон;

$X_1, X_2, \dots, X_7$ – показатели для прогнозирования.

Подставляя значения показателей в данные выражения, получим значение вероятности отнесения скважины к той зоне, значение дискриминантной функции для которой больше. Значение P_L изменяется в диапазоне от 0 до 1. Граничным значением P_L является значение вероятности, равное 0,5. При $P_L \geq 0,5$ скважина расположена в выбросонеопасной зоне. Если $P_L < 0,5$, то данные скважины указывают на выбросоопасную зону.

Исходными данными для оценки выбросоопасности при региональном прогнозировании зон, опасных по газодинамическим явлениям в условиях Белопашенского участка служат показатели, полученные в ходе геологоразведочных работ при бурении 12-ти скважин №110, 140, 146, 403, 406, 407, 409, 411, 600, 604, 801, 987, расположенных на территории данного участка. Содержание нерастворимого остатка в пластах АБ и В,