

ВЛИЯНИЕ ЗАПАСА ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ОБОЛОЧКИ ГОЛОВНОЙ СЕКЦИИ ГЕОХОДА НА МАССУ АГРЕГАТА

А.А. Галева, А.Н. Ивкин, студенты группы 10300

Научный руководитель: Вальтер А.В.

Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского

Томского политехнического университета

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

Геоход – новый вид щитовых проходческих агрегатов, функционирующий по принципу ввинчивания в горный массив. Следует отметить, что уникальность геохода как горной машины заключается в том, что к нему предъявляются требования по уменьшению его массы [1].

В работе подробно будет рассматриваться головная секция, потому что именно её оболочка активно взаимодействует с геосредой в условиях трения. Головная секция является корпусным изделием, несущим на себе внешний движитель, исполнительные органы и погрузочную систему. Секция состоит из 4 секторов, которые соединяются между собой.

Головная секция геохода контактирует с горным массивом в достаточно жестких условиях, поэтому для подтверждения работоспособности машины необходимо оценить износ головной секции. В данной работе рассматривается абразивный износ.

Важным критерием работоспособности является износостойкость. Для оценки абразивного износа предложены различные выражения, в том числе, учитывающие широкий набор механических характеристик изнашиваемого материала:

$$V = \frac{n^2 \cdot P_y \cdot E \cdot W^{3/2}}{K^2 \cdot H^{3/2}} \quad (2)$$

где n - коэффициент деформационного упрочнения материала; P_y - предел текучести материала, Па; E - модуль упругости материала, Па; K - ударная вязкость, Па [3].

Для оценки износа головной секции геохода необходимо установить распределение номинального давления на её поверхности. Исходной нагрузкой на головную секцию считаем нагрузку со стороны горного массива, принимаемую как вертикальное давление q_v . Вертикальная нагрузка, приходящаяся на единицу площади поверхности секции WV , Па, зависит от текущего угла линии на секции φ и определяется по формуле:

$$W = \frac{K_{об} \cdot \gamma_{пор} \cdot R \cdot (1 + 2 \operatorname{tg}^2(\pi/4 - \varphi/2))}{f} \quad (3)$$

где $K_{об}$ – общий коэффициент запаса из условий работы геохода; $\gamma_{пор}$ - удельный вес горной

породы, H/m^3 ; R – радиус головной секции геохода, м; f – коэффициент крепости породы вмещающего массива [4].

По полученным данным был рассчитан необходимый запас износостойкости для различной крепости пород. В расчетах были применены конструкционные листовые стали общего назначения марок 1008, 1020 и 1025 (в системе AISI). Механические характеристики указанных марок сталей приведены в табл. 1 [6].

Таблица 1

Механические характеристики

Характеристика	Марка стали (по AISI)		
	1008(листовая горячекатаная)	1020(листовая горячекатаная)	1025(листовая горячекатаная)
Коэффициент деформационного упрочнения материала n	0,19	0,19	0,281
Предел текучести материала P_y , МПа	234	262	547
Модуль упругости материала E , ГПа	207	203	207
Ударная вязкость K , МПа	534	738	1147
Твердость H , кгс/мм ²	86	109	109

Все расчеты были проведены в программе MathCad. Результаты расчета зависимости относительного износа оболочки головной секции для различной крепости пород приведены на графике рис. 1. Из графика видно, что определяющими механическими характеристиками для абразивного износа оболочки головной секции являются твердость материала и его ударная вязкость. С увеличением крепости пород относительный износ снижается в связи с уменьшением значения нормального давления на поверхности головной секции. Оценка показывает, что и наработка головной секции геолода до наступления критического износа (рис. 2) для рассмотренных конструкционных материалов в случае пород низкой крепости чрезвычайно малы. Что вызывает необходимость существенного увеличения массы геолода для создания запаса износостойкости (рис. 3).

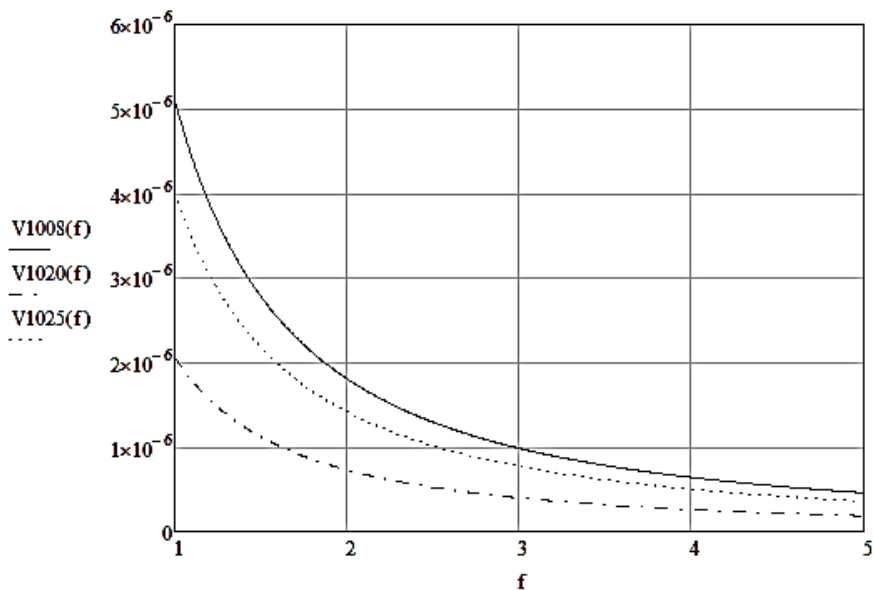


Рис. 1. Относительный износ оболочки головной секции для различной крепости пород

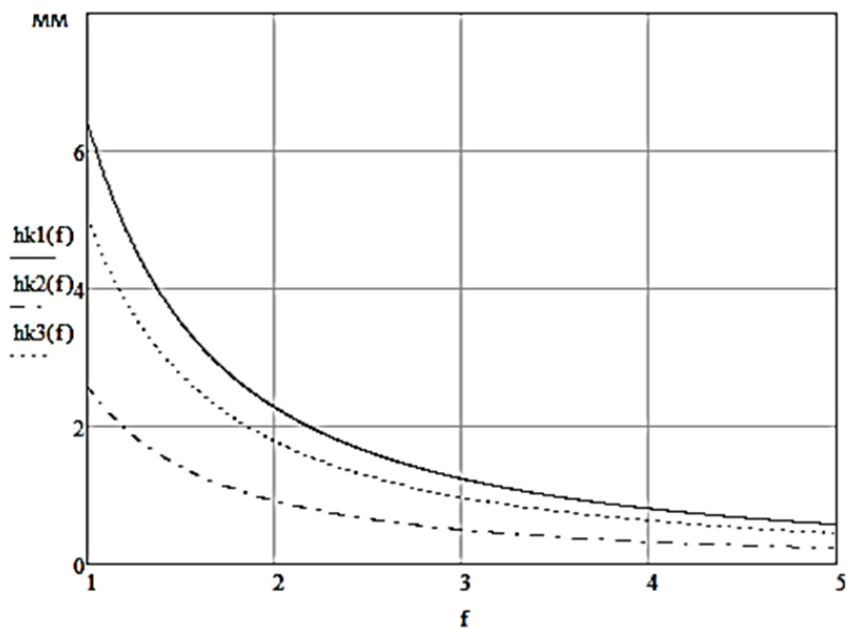


Рис. 2. Износ головной секции на 100 м пути для различной крепости пород

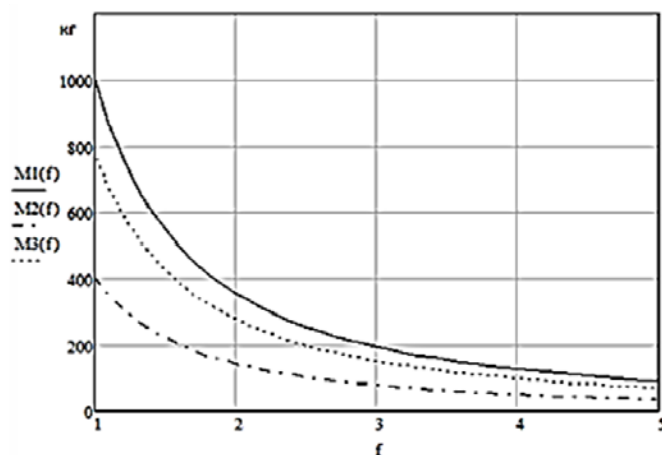


Рис. 3. Износ по массе на 100 м пути

Для наглядности все произведенные расчеты занесены в таблицу 2, где в числителе данные для крепости породы 1, а в знаменателе для крепости породы 5.

Таблица 2

Результаты расчетов

Марки сталей по AISI	1008	1020	1025
Аналог стали по ГОСТ 14771-76	08	20	25
Относительный износ по пути трения, мм/м	$\frac{0.5}{0.05}$	$\frac{0.2}{0.02}$	$\frac{0.4}{0.004}$
Относительный износ на 100м траектории выработки, мм/м	$\frac{6.4}{0.6}$	$\frac{2.6}{0.2}$	$\frac{5.1}{0.5}$
Относительный износ массы по пути трения, кг/м	$\frac{80}{7}$	$\frac{32}{3}$	$\frac{62}{6}$
Относительный износ массы на 100м траектории выработки, кг/м	$\frac{1007}{90}$	$\frac{404}{36}$	$\frac{783}{70}$

Таким образом, можно заключить следующее:

1. Выполнена оценка относительного абразивного износа оболочки головной секции геодода.
2. Установлено, что интенсивность износа существенно зависит от крепости вмещающих пород. С уменьшением крепости интенсивность износа возрастает.

3. На интенсивность износа существенное влияние оказывают механические характеристики материала оболочки. Среди рассмотренных конструкционных сталей наибольшую износостойкость имеет сталь 1020 по AISI.

4. Произведена оценка влияния запаса износостойкости на массу геодода. Результаты оценки показали, что для конструкционной стали 1020 по AISI на каждые 100 м пути геодода необходим запас износостойкости, соответствующий увеличению массы геодода на 400 кг.

Литература.

1. Аксенов В. В., Ефременков А. Б. Геовинчестерная технология и геододы — инновационный подход к освоению подземного пространства // Известия Высших учебных заведений. Горный журнал. — 2008. — № 4. — С. 19-28.
2. Efremkov A.B., Aksenov V.V., Blashchuk M.Yu. Force Parameters of Geohod Transmission with Hydraulic Drive in Various Movement Phases // 2012 7th International Forum on Strategic Technology – IFOST 2012, pp. 1004 – 1009.
3. Aksenov V.V., Khoreshok A.A., Beglyakov V.Yu. Justification of creation of an external propulsor for multipurpose shield-type heading machine – GEO-WALKER // Applied Mechanics and Materials, Vol. 379 (2013), pp. 20-23.
4. Stolarski T.A. Tribology in Machine Design. – Butterworth-Heinemann, 1990. – 298 pp.
5. Крагельский И.В. Трение и износ. – М.: Машиностроение, 1968. – 480 с.
6. SAE J1099-2002. Technical Report on Low Cycle Fatigue Properties Ferrous and Non-ferrous Materials. Revised Aug 2002.