

Анисимова М.Г.

*Научный руководитель П.С. Шпаков, профессор д-р т.н.
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
E-mail spsp01@rambler.ru*

Оценка устойчивости карьерных откосов

Масштабы производства современных горных работ на открытых разработках требуют углубленного изучения и постоянного контроля за происходящими геомеханическими процессами, вызванными нарушением равновесия в земной коре на отрабатываемых участках, во избежание неконтролируемых катастрофических проявлений, таких как крупные оползни на отвалах, обрушения в карьерах, горные удары вплоть до техногенных землетрясений.

Отработка месторождения карьером № 1 с 2005 года ведется в соответствии с утвержденным проектом, в котором проектная величина угла наклона бортов карьера - 45 °, при глубине карьера - 70 м, завышена по отношению к рекомендуемым ранее параметрам устойчивых бортов карьера (угол наклона бортов карьера составляет 34,1 - 44,5 ° при максимальной глубине 60м), что, конечно же, отражается на состоянии устойчивости откосов карьера с увеличением его глубины и проявляется в виде различного рода локальных деформаций откосов уступов [1,2].

Причины деформаций заключаются в чрезвычайно высокой изменчивости прочностных свойств пород, структуры горного массива месторождения и несоответствии им фактических параметров откосов. Наличие в прибортовых массивах диагональных и продольных тектонических нарушений также ослабляет устойчивость бортов карьера. Поэтому для обеспечения безопасности ведения горных работ до проектной глубины карьера – 70 м возникла необходимость выполнения научных исследований состояния устойчивости карьерных откосов.

Исследования состояния устойчивости карьерных откосов на основе инструментальных наблюдений, проводимые с 2007 по 2012 годы специалистами Карагандинского государственного технического университета (КарГТУ), и анализ геомеханической ситуации на карьере № 1, показали, что откосы уступов и бортов карьера находятся в сложном деформированном состоянии [1,2,4-6].

Для обоснования параметров устойчивых бортов карьера в феврале - июле 2012 года специалистами КарГТУ выполнено дополнительное исследование состояния устойчивости юго-западного (южного) и северо-восточного (северного) бортов карьера №1.

Для оценки степени устойчивости северного и южного бортов карьера при проектной глубине горных работ - 70 м выполнены расчеты устойчивости карьерных откосов по программе STABILITY ANALYSIS [3].

Результаты расчетов показали, что по отдельным разрезам (разрезы III – VII) устойчивость северного и южного бортов карьера с проектными параметрами для глубины отработки - 70 м ниже нормативной ($n = 1,3$).

Для обеспечения нормативной устойчивости ($n = 1,3$), борта карьера № 1 необходимо выположить на 7-13°. Для этого рекомендуется выполнить разnosку границы отработки карьера по земной поверхности (рис. 1):

- для северного борта карьера на расстояние 26 - 35м;
- для южного борта карьера на расстояние 16 - 48м.

Анализ результатов инструментальных наблюдений за состоянием устойчивости откосов северного и южного бортов карьера показал, что по состоянию горных работ на 2012 год борта карьера, в целом, находятся в устойчивом состоянии, приближающемся к предельному.

С увеличением глубины карьера до 70 м (в 1,4-1,5 раза) горно-геологическая ситуация на северном и южном бортах карьера еще более обострится, что может привести к катастрофическим проявлениям деформаций бортов карьера.

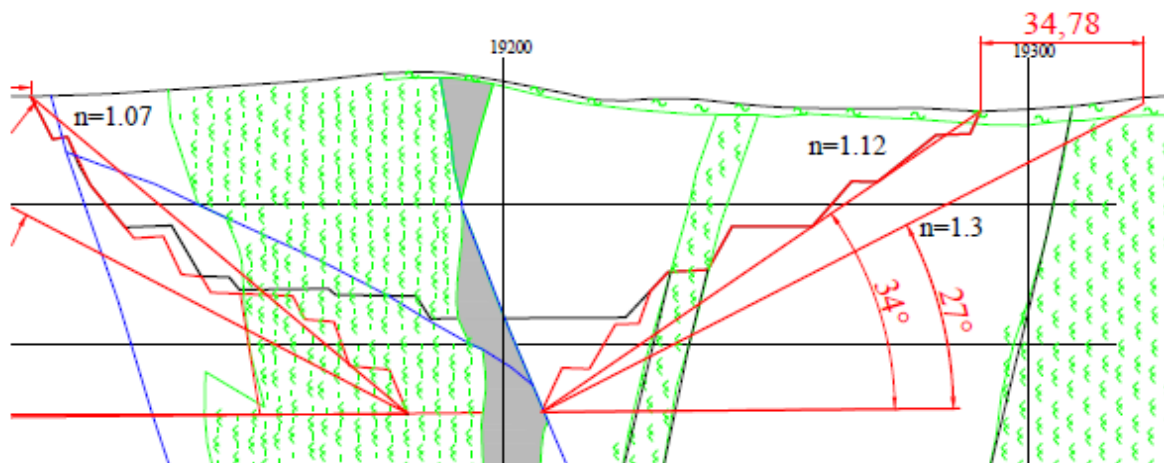


Рис.1 - Расчетный разрез по одной из профильных линий

Для исключения деформационных процессов карьерных откосов при достижении проектной глубины карьера (70м) необходимо выполнить рекомендуемую разность бортов карьера и продолжить высокоточные инструментальные наблюдения за состоянием устойчивости карьерных откосов (3-4 раз в год) для своевременного принятия соответствующих противодеформационных мер, позволяющих осуществить безопасную и наиболее полную добычу барита.

Литература

1. Долгоносов В.Н., Шпаков П.С., Низаметдинов Ф.К. и др. Аналитические способы расчета устойчивости карьерных откосов. – Караганда: Издательство ТОО «Санатполиграфия», 2009. – 332 с.
2. Низаметдинов Ф.К., Шпаков П.С., Ожигин С. Г. и др. /**Управление устойчивостью техногенных горных сооружений**: Монография / Под общей редакцией проф. Ф.К. Низаметдинова - Караганда: Издательско-полиграфический центр Казахстанско-Российского университета, 2014. - 656 с.
- 3 Шпаков П.С., Юнаков Ю.Л., Шпакова М.В. Расчет устойчивости карьерных откосов по программе STABILITY ANALYSIS. Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2011. № 8. С. 56-63.
4. Попов В.Н., Шпаков П.С., Юнаков Ю.Л. Управление устойчивостью карьерных откосов. Учебник для вузов. – М.: Издательство Московского государственного горного университета, издательство «Горная книга» .2008. – 683 с.: ил.
5. Шпаков П.С., Юнаков Ю.Л. Расчет устойчивости карьерных откосов. Учебное пособие/ Красноярск, 2006 .202 с.: ил
6. Шпаков П.С., Ожигин С.Г., Ожигина С.Б., Старостина О.В., Шпакова М.В. Мониторинг состояния устойчивости откосов уступов и бортов карьеров Жайремского ГОКа //Горный информационно-аналитический бюллетень». - Москва: МГГУ, 2008. - № 6. - С.211-216.

Атаманкина А.Ю.

Научный руководитель П.С. Шпаков, профессор д-р т.н.
 Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного
 учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет
 имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
 602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
 E-mail spsp01@rambler.ru

Расчет устойчивости отвала, нагруженного автосамосвалом

При расположении автосамосвала вблизи верхней бровки отвала для его разгрузки непосредственно под откос возможно образование криволинейной поверхности скольжения под задним мостом автосамосвала на глубине 3-10 м.

Для оценки устойчивости отвала, нагруженного весом автосамосвала непосредственно под откос, необходимы следующие характеристики: полный вес автосамосвала; ширина задней колеи; диаметр заднего колеса; расстояние между осью заднего колеса и нижней точкой поднятого кузова [1, 2].

Расчетными характеристиками являются нагрузка на задний мост и вес заднего моста на 1 м по простиранию отвала в пределах задней колеи автосамосвала.

Нагрузка на задний мост составляет 2/3 полного веса автосамосвала. Вес заднего моста на 1 м отвала по протяженности в пределах задней колеи автосамосвала рассчитывают по формуле

$$\Delta P = P_{з.м.}/a_k ,$$

где $P_{з.м.}$ – нагрузка на задний мост автосамосвала, т;

a_k – ширина задней колеи, м.

Оценку устойчивости отвала при разгрузке автосамосвала непосредственно под откос выполняют в следующей последовательности (рис.1):

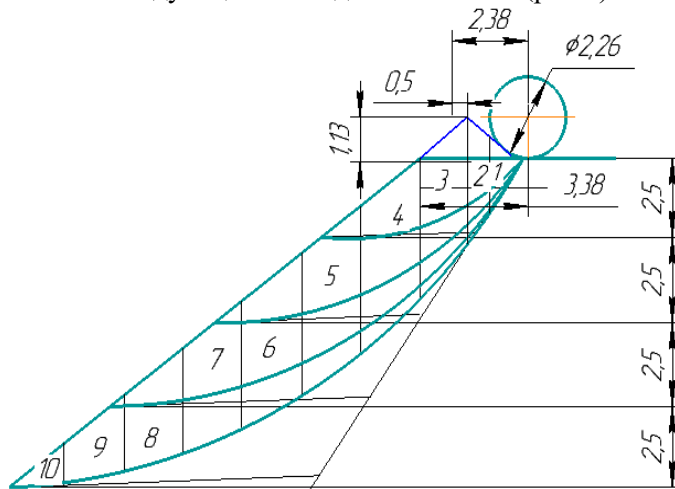


Рис. 1. Расчет устойчивости спецотвала глин, нагруженного весом автосамосвала Белаз - 7555

– строят профиль отвала с фактическим углом откоса и предохранительным валом высотой, равной половине диаметра колеса автосамосвала;

– на горизонтальной площадке отвала от линии, проведенной на расстоянии 0,5 м от гребня предохранительного вала, откладывают отрезок длиной 2,38 м;

– из этой точки проводят 3-4 криволинейных поверхности скольжения, по которым методом алгебраического сложения сил рассчитывают коэффициент запаса устойчивости отвала с учетом веса заднего моста, приходящегося на 1 м протяженности отвала в пределах колеи;

– если минимальная величина коэффициента запаса устойчивости по одной из поверхностей превышает 1 (расчет производим по физико-механическим характеристикам, в которые введен необходимый коэффициент запаса $n=1,2$), то разгрузка автосамосвала

непосредственно под откос при принятых физико-механических свойствах отвальной массы допустима.

Поверхность скольжения в нагруженном откосе имеет форму, близкую к круглоцилиндрической: к верхней площадке откоса она выходит под углом

$$\varepsilon = 45^\circ + \frac{\rho}{2}, \text{ а к поверхности откоса под углом } \mu = 45^\circ - \frac{\rho}{2}.$$

Определение ширины площадки безопасности на спецотвале глин

Физико-механические характеристики глин:

$$k_n = 2,5 \text{ т/м}^2; \rho_n = 20,6^\circ; \gamma = 1,9 \text{ т/м}^3.$$

Предельная высота устойчивого отвала при заданных физико-механических характеристиках $H=26,53$ м, ширина призмы возможного обрушения $B=7,6$ м, угол откоса 37° , рассчитанная по методике проф. Шпакова П.С. [1.2]. На рис.1 показано положение автосамосвала БелАЗ – 7555 на верхней площадке отвала при разгрузке его за пределами породного вала, высота породного вала составляет 1,13 м, расстояние от верхней бровки до заднего моста автосамосвала – 3,38 м.

Расстояние между осью заднего колеса и нижней точкой поднятого кузова у автосамосвала БелАЗ – 7555 около 2,0 м. На рис.1 это расстояние превышает 2,0 м, таким образом, разгрузка автосамосвала непосредственно под откос невозможна, так как правилами безопасности наезд на предохранительный вал недопустим.

Оценку устойчивости нагруженного отвала выполняем методом алгебраического сложения по четырем поверхностям скольжения – I, II, III и IV [1.2] (см. рис.1).

В таблице приведены расчёты коэффициенты запаса устойчивости по четырем поверхностям скольжения без внешней нагрузки и с учетом веса заднего моста автосамосвала в момент его нагрузки. С учетом сцепления K по расчетной поверхности скольжения длиной L коэффициент запаса устойчивости откоса определяется из выражения

$$n = \frac{\text{tg}\rho \cdot \sum N_i + \kappa L}{\sum T_i}. \quad \text{Нормальные и касательные напряжения в каждом расчетном}$$

блоке в зависимости от их массы P_i и угла наклона δ_i поверхности скольжения, определяются по формулам

$$N_i = P_i \cdot \cos\delta_i, \\ T_i = P_i \cdot \sin\delta_i$$

Коэффициент запаса устойчивости	Без учета внешней нагрузки	С учетом породной призмы и веса заднего моста автосамосвала
по поверхности скольжения I	$n=(5,91+18,79)/4,63=5,34$	$n=(24,7+4,58)/(4,63+12,24)=1,74$
по поверхности скольжения II	$n=(19,56+39,76)/29,25=2,03$	$n=(41,42+4,28)/(15,3+13,18)=1,61$
по поверхности скольжения III	$n=(19,56+39,76)/29,25=2,03$	$n=(59,32+3,9)/(29,25+14,01)=1,46$
по поверхности скольжения IV	$n=(29,81+50,65)/46,47=1,73$	$n=(80,46+3,76)/(46,47+14,35)=1,38$

По всем поверхностям скольжения коэффициент запаса устойчивости $n > 1$, то есть спецотвал глин нагруженный автосамосвалом БелАЗ – 7555 будет находиться в устойчивом состоянии.

Литература

1. Попов В.Н., Шпаков П.С., Юнаков Ю.Л. Управление устойчивостью карьерных откосов. Учебник для вузов. – М.: Издательство Московского государственного горного университета, издательство «Горная книга» .2008. – 683 с.: ил.

2. Шпаков П.С., Юнаков Ю.Л. Расчет устойчивости карьерных откосов. Учебное пособие/ Красноярск, 2006 .202 с.: ил.

Блинкова Т.П., Хименкова С.В.
Научный руководитель: к.т.н., доцент В.В. Зелинский
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
E-mail: center@mivlgu.ru

Механические процессы в поверхностном слое трибосистем

Поверхностный слой детали - это слой, у которого структура, фазовый и химический состав отличаются от основного металла, из которого сделана деталь. Силовое поле, создаваемое атомами поверхностного слоя, обладает высокой адсорбционной способностью, вследствие чего поверхность, как правило, покрыта адсорбционными слоями воздуха, воды и различных органических веществ.

При контактировании деталей машин вследствие волнистости поверхностей и макроотклонений формы на значительной части номинальной площади контакта микронеровности сопряженных поверхностей не касаются одна другой. Поэтому площадь касания очень мало зависит от номинальной площади сопрягаемых тел. В области взаимодействия поверхностей и ее окрестности возникает напряженное состояние, которое оказывает существенное влияние на процессы трения и изнашивания. От контактных напряжений зависит состояние поверхности и поверхностных пленок на ней, возникновение адгезионных связей в области взаимодействия, накопление поврежденности поверхностных слоев и их разрушение и т. д.

В результате волнистости пятна контакта группируются на вершинах волн в отдельных зонах, совокупность которых составляет контурную площадь контакта.

При контактировании двух шероховатых поверхностей под влиянием нормальной нагрузки первыми вступают в контакт те пары выступов, для которых сумма высот выступа первой поверхности и противолежащего ему выступа второй поверхности будет наибольшей. По мере увеличения нагрузки в контакт будут вступать все новые пары противостоящих выступов, обладающие все меньшей суммой высот. Вступившие в контакт выступы деформируются вначале упруго, а затем, когда нагрузка превысит некоторую критическую величину, – пластически, точнее упруго–пластически, поскольку основа материала, на которой расположен пластически деформирующийся выступ, будет упруго проседать.

С возрастанием нагрузки происходит упругая деформация волн, на которых расположены микронеровности. Упругая деформация волн ведет к увеличению контурной площади и вследствие этого к увеличению числа выступов, воспринимающих нагрузку. Поскольку высота выступов различна, в каждый момент времени деформация разных выступов одной и той же поверхности будет различной. Наиболее сильно будут деформироваться выступы, имеющие наибольшую высоту. Выступы, высота которых меньше средней, даже при высоких нагрузках, не вступают в контакт.

Если контактируют поверхности тел с разной твердостью, то выступы более твердой поверхности внедряются в выступы сопряженной поверхности. Выступы более мягкой поверхности при этом расплющиваются и изменяют свою форму. В этом случае на свойства контакта будет влиять микрогеометрия поверхности более твердого тела и механические свойства более мягкого.

Дискретный характер контакта, имеющий место при соприкосновении двух твердых тел, обуславливает при трении постоянную смену отдельных элементарных точек контакта. В связи с тем, что на поверхности определенной шероховатости сложно найти выступы одинаковой формы, а их высота постоянно меняется в процессе относительного движения двух тел пары трения, один и тот же выступ будет в процессе трения деформироваться с разной интенсивностью. Соотнеся данный процесс с процессом поверхностного пластического деформирования, получаем переменные режимы воздействия на поверхностный слой металла.

В процессе работы пары трения в ней имеют место три стадии процесса изнашивания: приработка, период установившегося режима и катастрофический износ. В течении первой ста-

дии процесса идет интенсивное упругое, упруго-пластическое и пластическое деформирование тех пар выступов суммарная высота которых наибольшая. Данное явление называется наклепом. В связи с этим данные выступы получают критические значения деформаций, так называемый перенаклеп, и в связи с увеличением твердости данных выступов, но снижения пластичности, происходит охрупчивание данных частей поверхностного слоя и последующее выкрашивание. Этим обуславливается повышенный износ на данной стадии процесса трения. В связи с выкрашиванием происходит уменьшение количества выступов наибольшей высоты и увеличение количества выступов со средней высотой. Происходит переход ко второй стадии трения – установившегося режима трения с образованием равновесной шероховатости. В этот период параметры трения и скорость изнашивания минимальны. Изменение условий взаимодействия поверхностей обусловленное изменением режима работы машины вызывает кратковременные приработочные процессы. К аналогичным явлениям приводит пуск и остановка машины.

При исчерпании ресурса по износостойкости и контактной выносливости поверхностного слоя масштабы разрушения возрастают – наступает третья стадия работы пары трения, при которой эксплуатация машина не желательна.

Ефимов Т.А.

*Научный руководитель: старший преподаватель Е.А. Борисова
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
E-mail: center@mivlgu.ru*

Кинематический анализ и синтез механизмов с высшими кинематическими парами

Зубчатые механизмы широко применяются в технических устройствах. Зубчатые механизмы, служащие для уменьшения числа оборотов ведомого вала по сравнению с ведущим, называют редукторами, а механизмы, служащие для увеличения числа оборотов ведомого вала, называются мультипликаторами. Кроме того, зубчатые механизмы применяются для передачи вращения от ведущего вала к ведомому.

Сопряжённые поверхности взаимодействующих зубьев зацепляющихся колёс образуют высшую кинематическую пару (ВКП) [1].

Кинематический анализ зубчатых механизмов состоит в определении передаточных отношений между их звеньями.

Кинематическими характеристиками зубчатой передачи являются:

- угловые скорости ω_1, ω_2 [рад/с], частоты вращения n_1, n_2 [мин⁻¹] зубчатых колёс;
- передаточная функция скорости – передаточное отношение U . Если ведущим является колесо 1, а ведомым колесо 2, то передаточное отношение определяется по формуле:

$$U_{12} = \pm \omega_1 / \omega_2 = \pm n_1 / n_2 \quad (1)$$

Передаточное отношение условно считают положительным, если колёса 1 и 2 вращаются в одном направлении (внутреннее зацепление), и отрицательным, если они вращаются в противоположных направлениях (внешнее зацепление).

Передаточное отношение можно выразить и через числа зубьев Z_1 и Z_2 колёс.

$$U_{12} = \pm Z_2 / Z_1 \quad (2)$$

Кинематический синтез зубчатых механизмов состоит в проектировании кинематической схемы механизма по заданным кинематическим характеристикам.

Так для кинематического синтеза передаточного механизма, состоящего из планетарного редуктора и зубчатой передачи, определяют общее передаточное отношение механизма (по модулю) по формуле:

$$U_0 = |n_{вх} / n_{вых}| \quad (3)$$

После чего определяют модуль передаточного отношения U_{45} зубчатой передачи, используя числа зубьев колёс Z_4 и Z_5 .

Затем подсчитывают передаточное отношение планетарного механизма: $U_{1H}^{(3)} = U_0 / U_{45}$. Выбирают схему механизма, обеспечивающую требуемое передаточное отношение $U_{1H}^{(3)}$.

Далее определяют параметры планетарного механизма: числа зубьев центрального колеса, опорного колеса, сателлитов, количество сателлитов, а также параметр сборки.

Затем определяют фактическое расчётное передаточное отношение планетарного механизма $(U_{1H}^{(3)})_p = 1 + (Z_3 / Z_1)$, используя значения чисел зубьев колёс Z_1 и Z_3 , полученных в результате расчета, а также фактическое общее передаточное отношение механизма, отклонение которого от требуемого не должно превышать 2%.

Литература

1. Теория механизмов и машин. Динамический анализ. Зубчатые зацепления: конспект лекций / В.Б. Покровский. Екатеринбург: ООО «Издательство УМЦ УПИ», 2004. 49с. - <http://window.edu.ru/resource/661/28661/files/ustu268.pdf>.

Мудрая С.С.

*Научный руководитель П.С. Шпаков, профессор д-р т.н.
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
E-mail spsp01@rambler.ru*

Использование MapInfo Professional при оцифровке карт

MapInfo Professional – географическая информационная система (ГИС), предназначенная для сбора, хранения, отображения, редактирования и анализа пространственных данных. Первая версия ГИС MapInfo Professional была разработана в 1987 году компанией MapInfo Corp., и стала одной из самых популярных ГИС в мире. Сейчас MapInfo Professional используется в 130 странах мира, переведена на 20 языков, включая русский, и установлена в десятках тысяч организаций. В России благодаря простоте освоения, богатым функциональным возможностям и разумной стоимости, MapInfo Professional стала самой массовой геоинформационной системой. На настоящее время используется русская версия ГИС MapInfo Professional 12.0.

ГИС MapInfo – полностью русифицированный программный продукт, позволяющий корректно работать с русскоязычными данными, включая процедуры сортировки, индексации и запросов. В поставку русской версии MapInfo включены дополнительные инструменты для трехмерной визуализации и анализа данных, модуль для решения геодезических задач, дополнительные функции редактирования графических объектов, библиотеки топографических знаков для различных масштабов, картографические проекции, используемые в России, и другие материалы.

Для разработки методики определения погрешности оцифровки крупномасштабных карт необходимо применение геоинформационной системы. Одна из примененных ГИС является MapInfo Professional.

MapInfo имеет свой язык программирования MapBasic, используемый при создании пользовательских приложений для MapInfo Professional или специальных MapInfo runtimes. Язык MapBasic по синтаксису очень близок к Microsoft Visual Basic, но имеет дополнительные операторы для работы с таблицами и картами.

MapInfo Professional - полнофункциональная геоинформационная система.

В настоящее время ГИС MapInfo Professional является признанным лидером в области цифрового картографирования. В дополнение к традиционным для СУБД функциям, MapInfo позволяет собирать, хранить, отображать, редактировать и обрабатывать картографические данные, хранящиеся в базе данных, с учетом пространственных отношений объектов.

Источники данных MapInfo:

- Таблицы MapInfo;
- Обменные векторные форматы САПР и геоинформационных систем: AutoCAD (DXF, DWG), Intergraph/MicroStation Design, ESRI Shape файл, ARC/INFO Export, а также растровые карты в форматах GIF, JPEG, TIFF, PCX, BMP, MrSID, PSD, ECW, BIL (снимки SPOT) и GRID (GRA, GRD). В MapInfo можно отображать данные, полученные с помощью GPS и других электронных геодезических приборов;
- Файлы Excel, Access, xBASE, Lotus 1-2-3 и текстовые, в которых кроме атрибутивной информации могут храниться координаты точечных объектов;
- ГИС MapInfo может выступать в роли при работе с такими известными СУБД, как Oracle и DB2, поскольку поддерживает эффективный механизм взаимодействия с ними через протокол ODBC. Более того, доступ к данным из СУБД Oracle возможен и через внутренний интерфейс (OCI) этой базы данных.

В одном сеансе работы одновременно могут использоваться данные разных форматов.

Встроенный язык запросов SQL, благодаря географическому расширению, позволяет организовывать выборки с учетом пространственных отношений объектов, таких как

удаленность, вложенность, перекрытия, пересечения, площади объектов и т.п. Запросы к базе данных можно сохранять в виде шаблонов для дальнейшего использования. В MapInfo имеется возможность поиска и нанесения объектов на карту по координатам, адресу или системе индексов.

Способы представления данных.

– Карта и список. В окне Карты доступны инструменты редактирования и создания картографических объектов, масштабирования, изменения проекций и другие функции работы с картой. Связанная с картографическими объектами атрибутивная информация хранится в виде таблиц, данные из которых можно представить в виде графиков и диаграмм различных типов;

– Легенда. В окне Легенды отображаются условные обозначения объектов на карте и тематических слоях;

– Отчет. В окне Отчета предоставляются средства масштабирования, макетирования, а также сохранения шаблонов многолистных карт. Работая с MapInfo, можно формировать и распечатывать отчеты с фрагментами карт, списками, графиками и надписями. При выводе на печать MapInfo использует стандартные драйверы операционной системы;

– Тематические карты. Для наглядного представления и картографического анализа пространственных данных в ГИС MapInfo используется тематическое картографирование. MapInfo предлагает следующие методы построения тематических карт: диапазоны значений, столбчатые и круговые диаграммы, градуированные символы, плотность точек, отдельные значения, непрерывная поверхность. Сочетание тематических слоев и методов буферизации, районирования, слияния и разбиения объектов, пространственной и атрибутивной классификации позволяет создавать синтетические многокомпонентные карты с иерархической структурой.

Создание и редактирование данных.

– добавлен новый набор инструментов MapCAD, включающий 40 функций для создания и редактирования объектов;

– добавлена новая панель инструментов для быстрого доступа к командам из меню Объекты.

Оформление карт.

– поддержка новых растровых форматов для оформления точечных объектов;

– улучшена функция автоматического размещения подписей вокруг точечных объектов и центроидов;

– возможность задания уровня прозрачности векторных слоёв и подписей;

– сглаживание при отображении линейных и площадных объектов карты;

– дополнительные возможности управления размещением подписей по кривым.

Удобство и ускорение работы.

– быстрый доступ к операциям со слоями через правую кнопку мыши;

– создание категорий для символов, определяемых пользователем;

– стандартный интерфейс программ Windows XP/Vista.

Другие новые функции.

– поддержка новых проекций и координатных систем;

– улучшенный интерфейс для выбора стилей оформления объектов;

– обновлённые утилиты для ГИС MapInfo Professional;

– новые операторы и функции языка программирования MapBasic.

Вышеперечисленные функции MapInfo Professional являются удобными при оцифровке карт, поэтому его применение было необходимо для разработки методики определения погрешности оцифровки крупномасштабных карт.

Литература

1. <http://www.esti-map.ru/Программнообеспечение/PBMapInfo/MapInfoProfessional/tabid/48/Default.aspx>
2. Mapinfo Professional12.0. Руководство пользователя. 2013. Pitney Bowes Software Inc.

Н.А. Нефедов, Д.С. Ермаков

Научный руководитель: к.т.н., доцент В.В. Зелинский

Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

Россия, 602264, Владимирская обл., г. Муром, ул. Орловская, 23, тел. (49234) 77282

E-mail: center@mivlgu.ru

Влияние шероховатости поверхности на трение и износ деталей машин

Долговечность и надежность машин в большой степени обусловлены безотказностью работы их подвижных сочленений. Общеизвестно, что одним из наиболее информативных показателей, характеризующих режим работы, является шероховатость поверхности. От шероховатости поверхности зависят величина силы трения, износостойкость подвижных сочленений.

При одинаковых условиях изнашивания поверхностей трения после приработки создается некоторая оптимальная шероховатость, не зависящая от первоначальной шероховатости.

Процесс формирования равновесной шероховатости поверхности трения схематически представлен в работе [1] (рис. 1). Изнашивание идеально гладких поверхностей приводит к их схватыванию и вырыву частиц материала (зона I) и отсюда - к огрублению поверхности и росту высоты неровностей вплоть до перехода в зону III (зону равновесной шероховатости). Грубые поверхности (зона V) в процессе микрорезания прирабатываются, высота неровности уменьшается и также наблюдается постепенный переход в зону III. В том случае, если исходная шероховатость близка к равновесной, то износ поверхностных слоев в процессе приработки незначителен.

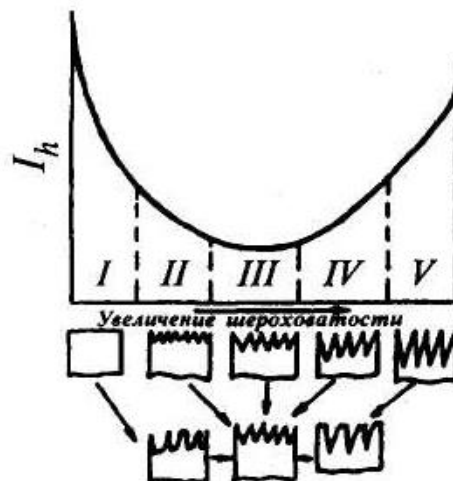


Рис.1. Схематическое представление формирования равновесной поверхности:
I – зона схватывания; II – зона преимущественно молекулярного изнашивания;
III – оптимальная зона молекулярно-механического изнашивания;
IV – зона преимущественно механического изнашивания; V – зона микрорезания;
 I_h – Интенсивность изнашивания

Влияние шероховатости поверхности на ее износ связано не только с высотой неровностей, но и с их формой. В исследовании показано, что при одинаковых значениях параметра R_a износ полированных образцов выше, чем доведенных.

На рис. 2 показана экспериментально полученная зависимость величины износа материала Q от параметра шероховатости R_a при изнашивании стальной цапфы с подшипником из свинцовистой бронзы при давлении 40 МПа в условиях обильной смазки под давлением.

Для повышения износостойкости трущихся деталей целесообразно в процессе механической обработки создавать поверхности, шероховатость которых будет соответствовать

приработанным поверхностям трения при конкретных условиях изнашивания. Если оптимальную для данных условий трения высоту неровностей удастся заранее обеспечить, то в процессе износа она не изменяется, а время приработки и износ оказываются наименьшими.

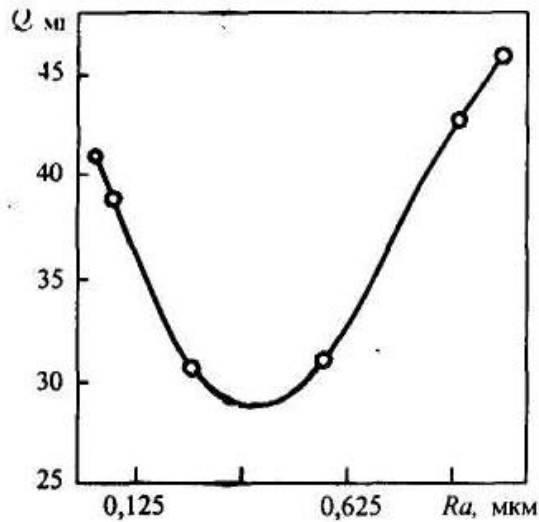


Рис.2. Зависимость величины износа Q поверхности от параметра ее шероховатости Ra

Шероховатость поверхности оказывает существенное влияние на износостойкость деталей, которая в первом приближении может быть описана квадратичной функцией от высоты неровностей. Поэтому целесообразно ставить вопрос о технологическом обеспечении параметров шероховатости рабочих поверхностей трущихся деталей машин в целях получения требуемой их износостойкости, включая определение видов механической обработки, обеспечивающих заданную износостойкость.

Литература

1. Сулов А.Г. Обеспечение качества поверхностного слоя деталей при эксплуатации // Справочник. Инженерный журнал. № 5, 1999. С. 19-23.

Шишлин Д.Д., Дудукин А.И.

Научный руководитель: к.т.н., доцент В.В. Зелинский

Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23

E-mail: center@mivlgu.ru

Влияние наклепа на износостойкость узлов трения

При изготовлении ответственных деталей изделий, работающих при высоких нагрузках и повышенных температурах, требуется выдерживать заданные параметры качества поверхностного слоя, в частности глубину и степень наклепа, остаточные напряжения.

При механической обработке в зоне резания одновременно действуют значительные силы резания, вызывающие напряжения, приводящие к наклепу, и генерируются температуры, вызывающие разупрочнение металла. Конечное состояние металла поверхностного слоя определяется соотношением процессов упрочнения и разупрочнения, зависящим от преобладания действий в зоне резания силового или теплового факторов. В связи с этим при различных методах и режимах механической обработки, разных режимах и различной геометрии режущего инструмента степень и глубина распространения наклепа оказываются различными.

Предварительное упрочнение металла поверхностного слоя в большинстве случаев способствует повышению износостойкости деталей. Так, на рис. 1 показано изменение износа валков из стали У8 при трении по чугунным колодкам в условиях смазывания в зависимости от их степени наклепа после шлифования, оцениваемой по величине микротвердости поверхностного слоя [1]. График на рис. 1 иллюстрирует значительное уменьшение износа деталей с увеличением степени наклепа.

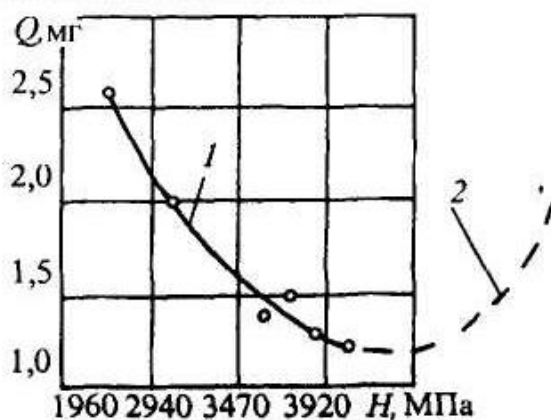


Рис. 1. Влияние наклепа H на износ Q стальных валков

Однако положительное влияние наклепа на износостойкость трущихся поверхностей проявляется только до определенной степени первоначального наклепа. Если при предварительной обработке трущейся поверхности степень пластической деформации поверхностного слоя превосходит определенное для данного металла значение, то в металле начинается процесс его разрыхления (разрывы межатомных связей по плоскостям скольжения и субмикроскопические нарушения сплошности металла), происходящий одновременно с продолжающимся процессом упрочнения.

Увеличение степени наклепа стали У7 за счет изменения режимов точения также приводит к уменьшению износа и повышению износостойкости деталей (рис. 2) [1]. Заметим, что возможным продолжением кривой 1 зависимости износа от степени наклепа (см. рис. 1) при продолжении опыта могла бы стать кривая 2.

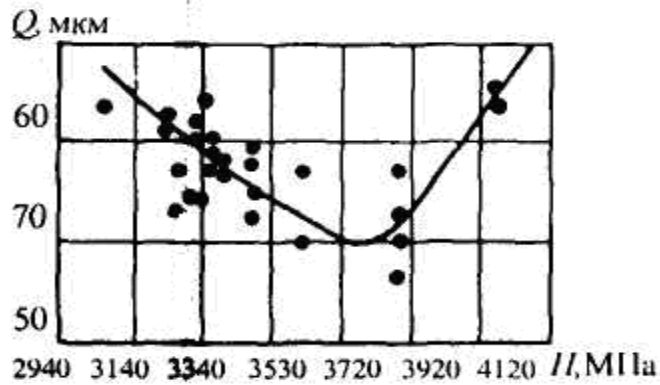


Рис.2. Зависимость износа Q стали У7 от степени предварительного наклепа H при точении

В процессе эксплуатации в поверхностном слое детали также возникают остаточные напряжения, величина которых зависит от условий трения и не зависит от величины и знака остаточных напряжений, созданных предшествующей обработкой детали и бывших в поверхностном слое до начала трения.

Влияние технологических остаточных напряжений на износостойкость деталей машин было исследовано в работе [2]. Был сделан вывод о том, что сжимающие остаточные напряжения повышают износостойкость поверхности, и наоборот, наличие в поверхностных слоях растягивающих остаточных напряжений дает повышенный износ, тем больший, чем выше уровень остаточных напряжений.

Литература

1. Маталин А.А. Технология механической обработки. М.: Машиностроение, 1977. 462 с.
2. Люболинский С.П. Технологические остаточные напряжения и управление ими при механической обработке резанием с целью повышения износостойкости высокоточных деталей. Автореф. дисс...на соис. уч. степ. канд. техн. наук. М., 1983.