

роткості великовантажного кар'єрного автосамоскиду та відповідній ширині площадки для маневрів встановлено:

бокові сили, що виникають на повороті кар'єрного автосамоскиду при швидкості 3 км/год та максимальному куті повороту керованих коліс мають невелике значення, але викликають часткове ковзання останніх з уводом при збільшенні коефіцієнту опору кочення опорної поверхні;

при збільшенні коефіцієнту опору кочення з 0,025 до 0,2 мінімального радіусу повороту знарядженого автосамоскиду БелАЗ-75131 збільшується з 13,04 до 13,76 м, а повністю завантаженого - з 13,11 до 14,18 м;

встановлено коефіцієнт, що дозволяє враховувати характеристики опорної поверхні площадок для маневрування кар'єрних автосамоскидів при визначенні їх розмірів в умовах конкретних кар'єрів.

#### Список літератури

1. Бобошко А.А. Підвищення маневреності колісних тракторів і самохідних шасі: автореф. дис. канд. техн. наук: спец. 05.22.02 / А.А. Бобошко. - Харків, 2002. - 19 с.
2. Карьерный автотранспорт: состояние и перспективы / Мариев П. Л., Кулешов А. А., Егоров А. Н., Зырянов И. В. – СПб: Наука, 2004. - С.146-152
3. Нормы технологического проектирования гірничодобувних підприємств із відкритим способом розробки корисних копалин. Київ, 2007.- 224 с.
4. Смирнов А.Г. Теория движения колесных машин: Учебн. для студ. машиностроит. спец. вузов. - 2-е изд., доп. и перераб. – М.: Машиностроение, 1990. -320с.
5. Трояновская И.П. Методология моделирования движения тракторных агрегатов: автореф. дисс. доктора техн. наук: 05.05.03, 05.05.04 / Трояновская Ирина Павловна. - Челябинск, 2011. – 35с.
6. Чернышев Н. В. Комплексная система управления поворотом боевой колёсной машины 8x8 : автореферат дис. канд.тех. наук : 05.05.03 / Чернышев Николай Васильевич.- Москва, 2009.- 16 с.
7. Расејка Н.В. Tire and Vehicle Dynamics.-2nd edition, SAE International, 2005. 642 p.

Рукопис подано до редакції 22.03.12

УДК 621.67.004.6

С.С. ДУБРОВСКИЙ, канд. техн. наук, доц., С.П. САМОШКИНА, ст. преподаватель, Е.В. ОРЛОВ, студент, ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

### ВЛИЯНИЕ ДЕФЕКТОВ ПОЛУЧЕННЫХ В ПРОЦЕССЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И МОНТАЖА НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ДЕТАЛЕЙ

В работе проведен анализ основных дефектов валов шламowych насосов. Рассмотрено влияния дефектов изготовления и монтажа на прочностные характеристики валов. с помощью моделирования в CAD/CAE системах «SolidWorks» и «Компас 3D».

**Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.** Обеспечение требуемых качественных показателей изделий является актуальной задачей. При этом дефекты на поверхности материала, полученные в процессе изготовления и монтажа, относятся к числу факторов, существенно влияющих на многие характеристики качества изделий. Большой опыт эксплуатации изделий в различных областях техники и многочисленные эксперименты показывают, что поверхностные дефекты существенно влияют на износостойкость, коррозионную стойкость, усталостную прочность и долговечность изделий.

**Анализ исследований и публикаций.** Проведенный анализ литературных источников [1-3] показал что, качественное и количественное влияние поверхностных дефектов на целый ряд функциональных свойств изделий ещё не в полной мере раскрыто. Основным недостатком является то, что не учитывается сложный характер влияния состояния поверхностного слоя на зарождение и развитие дефектов под действием статических и динамических нагрузок в процессе эксплуатации, о чем свидетельствуют частые случаи преждевременного выхода из строя высоконагруженных деталей машин. Одной из причин этого является отсутствие простых, надежных и приемлемых по стоимости средств измерений и контроля этих дефектов.

**Постановка задачи.** В связи с изложенным, требуется дальнейшее исследование влияния дефектов изготовления и монтажа валов шламowych насосов, с помощью CAD/CAE систем «Solid Works» и «Компас 3D», на прочностные характеристики деталей.

**Изложение материала и результаты.** Вал является несущей деталью роторной части мно-

гих механизмов горных машин. Он относится к наиболее нагруженным деталям, выполняющим работу в сложных условиях. В процессе работы шламowego насоса на вал воздействуют значительные нагрузки, вызванные сложным взаимодействием массовых, гидравлических и динамических сил и моментов, в связи с чем при изготовлении и ремонте к валам предъявляются высокие требования.

Несмотря на это, значительная часть валов выходит из строя до истощения назначенного или межремонтного ресурса. Так, анализ собранных статистических данных с ведущих предприятий горно-металлургического комплекса региона, за 2011 г. показал (табл. 1), что приблизительно 10 % валов обрабатывают полный ресурс, 15-20 % валов не подлежат восстановлению.

Таблица 1

Статистические данные

Предприятие	Количество отремонтированных насосов	Количество валов подлежащих восстановлению	Количество валов не подлежащих восстановлению	Количество валов не требующих ремонта
ОАО "Южный ГОК"	340	249	66	25
ПАО "Арселор Миттал Кривой Рог"	244	192	34	18
ПАО "Северный ГОК"	799	674	97	28
ПАО "Центральный ГЗК"				
НКГОК	343	249	66	28

К основным конструктивным дефектам относятся трещины (рис.1а), вырыв металла (рис.1б), износ поверхности (рис.1в), дефекты изменения формы и взаимного размещения поверхностей.

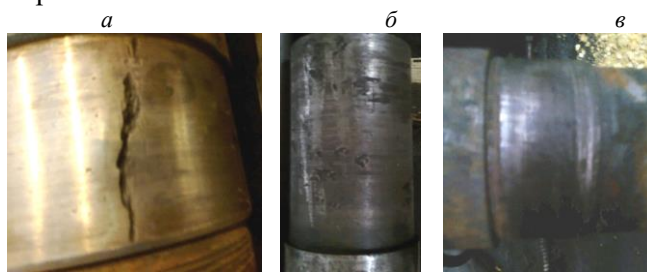


Рис. 1. Основные конструктивные дефекты валов

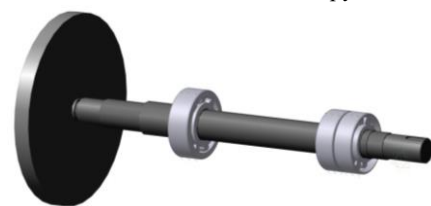


Рис. 2. Трехмерная модель ротора

Учитывая выше сказанное, необходимо выполнить анализ напряженно-деформированного состояния детали для определения основных причин возникновения дефектов. Для этого разработана трехмерная модель конструкции ротора насоса (рис. 2).

Расчет напряженно-деформированного состояния выполнен методом конечных элементов в трехмерной постановке с использованием программных продуктов «Solid Works» и «Компас 3D, АПИМ». Расчет проведен при вращении вала с частотой 1000 об/мин., начало вращения происходило с ускорением 17 град./с. Закон деформирования рассматривался с учетом механических свойств материала сталь 45, физические характеристики которой: предел текучести 560 МПа, модуль упругости 210000 МПа, плотность 7810 кг/м<sup>3</sup>. Допускаемые

напряжения сжатия 600 МПа, предел усталостной прочности 294 МПа.

В процессе расчета было установлено, что в начале этапа вращения (рис. 3) максимальное деформирование и напряжения возникают на участке соединения вала с приводом.

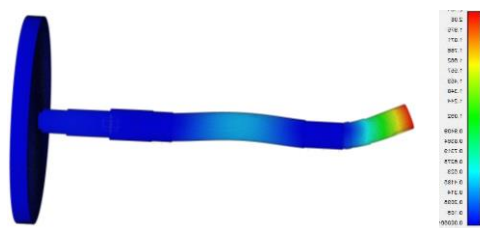


Рис. 3. распределение интенсивности напряжений при запуске насоса

При этом максимальные напряжения в ограниченных зонах превышает предела текучести и достигает 700 МПа.

В дальнейшем зона максимального воздействия смещается на участок между опорой и крыльчаткой

насоса (рис. 4).

Причиной является действие значительного крутящего момента, неравномерного гидравлического нагружения крыльчатки, а также расстояния между опорой и крыльчаткой насоса.

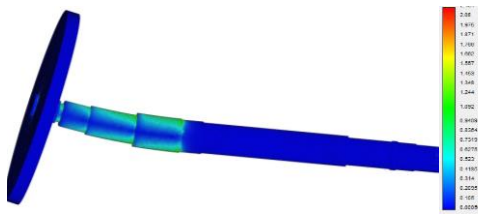


Рис. 4. Распределение интенсивности напряжений в процессе работы насоса

Также необходимо учитывать наличие концентраторов напряжений.

Полученные результаты напряженно-деформированного состояния, а также проведенный анализ выявленных в процессе эксплуатации дефектов и разрушений валов шламовых насосов показал, что они в большинстве случаев носят смешанный характер.

На ранней стадии, зарождение и развитие дефекта происходит, как правило, в зонах концентрации напряжений в поверхностном слое материала (в зонах накопления наибольших пластических деформаций) и носит усталостный характер. В дальнейшем, по мере уменьшения «живого» сечения вала, возрастают и становятся доминирующими статические напряжения от центробежных сил, динамические воздействия от гидравлических процессов, а также значительные вибрационные воздействия.

Как показывают многочисленные исследования, одним из основных факторов, определяющих сопротивление усталости металлов и сплавов, является состояние поверхностного слоя [4,5], а именно остаточные напряжения и шероховатость, точнее размер микровпаден (микротрещин). Что в основном зависит от технологических факторов. Учитывая тот факт, что восстановление изношенных поверхностей валов происходит путём наплавки покрытий необходимо также проводить исследования процесса сцепляемости и решения тепловой и динамической задачи удара, растекания и охлаждения частичек на подкладке (основном материале детали).

Следовательно, можно заключить, что высокий уровень усталостной повреждаемости валов в эксплуатации свидетельствует не столько о недостаточном запасе длительной статической и вибрационной прочности, на которые обычно производится расчет, сколько о преобладающем влиянии усталостных напряжений и состояния поверхностного слоя, особенно поле нанесения покрытий, которое до настоящего времени при расчетах практически не учитывается.

**Выводы и направления последующих исследований.** В результате проведения исследований напряженно-деформированного состояния вращающегося вала шламового насоса определены зоны сосредоточения максимальных напряжений и пластических деформаций. Что является основой для последующих исследований и разработки рекомендаций по конструктивному усовершенствованию детали.

#### Список литературы

1. Серенсен С.В., Когаев В.П. Шнейдерович Н.М. Несущая способность и расчет деталей машин на прочность: руководство и справочное пособие. М.: Машиностроение, 1975. - 488 с.
2. Ремонт повітряних суден та авіаційних двигунів / [Кудрін А. П., Зайвенко Г. М., Волосович Г. А., Хижко В. Д.]. - К.: НАУ, 2002. – 492 с.
3. Влияние состояния поверхности и контактного взаимодействия / В.Т. Трощенко, Г.В. Цыбанев, Б.А. Грязнов, Ю.С. Налимов. Киев. ИПП НАН Украины, 2009.-664 с.
4. Технологическое обеспечение эксплуатационных характеристик деталей ГТД / В.А. Богуслаев, Ф.М. Муравченко, П.Д. Жеманюк, В.Е. Замковой и др. Запорожье. ОАО «Мотор Сич», 2003. -396 с.

Рукопись поступила в редакцию 22.03.12

УДК 621.926:34.16

В.С. МОРКУН, д-р техн. наук, проф., С.А. ГОНЧАРОВ, аспирант,  
Н.С. ПОДГОРОДЕЦКИЙ, канд. техн. наук, ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

### МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ФРОНТА ИМПУЛЬСА ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО УЛЬТРАЗВУКА В ПОТОКЕ ПУЛЬПЫ

Приведено описание основных положений, используемых при математическом моделировании процесса распространения импульса высокоэнергетического ультразвука в случайно-неоднородной среде

**Ключевые слова:** моделирование, ультразвук, давление, пульпа.