

УДК 621.791

Гринь А. Г., Трембач Б. А., Трембач И. А.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИЛОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОРОДЫ НА БАШМАК КОРЫТНОЙ МОЙКИ

Конкуренентоспособность современных обогатительных фабрик во многом определяется производительностью и надежностью используемого промышленного оборудования. Эффективность оборудования во многом зависит от технологических перерывов или аварийных остановок на плановый и аварийный ремонт. Детали, подвергающиеся интенсивному износу, как правило, имеют короткий период эксплуатации, что сильно снижает общий ресурс оборудования и приводит к плановым остановкам.

Исследование условий работы деталей, подверженных интенсивному износу, направлено на выявление тех свойств изнашиваемой поверхности, которые определяют его способность к сопротивлению воздействию изнашивающей среды. Известно [1, 2], что гидроабразивное изнашивание является сложным процессом, зависящим от ряда факторов:

- угла атаки изнашиваемой поверхности;
- скорости абразива в момент удара о поверхность;
- соотношения величин твердости изнашиваемого материала и абразива;
- коррозионной стойкости материала;
- концентрации абразивных частиц в жидкости.

Повышение износостойкости возможно при условии тщательного анализа условий работы деталей, подверженных интенсивному износу.

На обогатительных фабриках для очистки и обогащения марганцевых руд применяются специальные промывочные машины – горизонтальные корытные мойки. Основным рабочим органом которых являются угловатые башмаки, установленные на концах рычагов вала, и обеспечивающие перемещение материала, его частичное разрыхление и удаление шлама. При этом вал, вращая рычаги с башмаками, периодически погружает их в гидроабразивную массу, подвергая сильному гидроабразивному износу, или свободно вращает на открытом воздухе, создавая условия для окисления. Башмак изготавливается методом литья из стали 110Г13, массой 28кг и габаритными размерами 370x250x128мм. Срок службы таких изделий 3...4 месяца при 23-х часовом режиме работы.

В литературе отсутствуют данные по исследованию и анализу интенсивности гидроабразивного воздействия на отдельные участки башмаков корытных моек, характеру их износа.

Целью данной работы является создание трехмерной модели, позволяющей анализировать характер силового воздействия воспринимаемого поверхностью башмака корытной мойки с помощью универсального программного пакета EDEM.

В данной работе для трехмерного моделирования характера движения башмака лопасти корытной мойки в массе незакрепленного абразива используется система CAE автоматизированного проектирования EDEM, предназначенная для моделирования поведения частиц сыпучего материала разнообразной формы и размера и позволяющая рассчитывать взаимодействие каждой отдельной частицы с индивидуальными элементами конструкции. Модель создавалась с помощью инструментов SolidWorks 3D (рис.1, а) и импортировалась в среду программы EDEM. Моделирование осуществляется с целью исследования процесса прохождения башмака через массу незакрепленного абразива. На рис.1 б показана 3D модель литого башмака корытной мойки. По техническим условиям размеры частиц промываемой породы ограничивается 60 мм, поэтому размеры сыпучего материала в модели принимались равными размерам частиц породы (диаметром 60 мм).

По техническим характеристикам мойка имеет следующие показатели:

- частота вращения вала – 8,4 об/мин;
- максимальная пропускная способность по твердому – 90 м³/ч;
- номинальный диаметр окружности описываемый концом лопасти – 2500 мм.

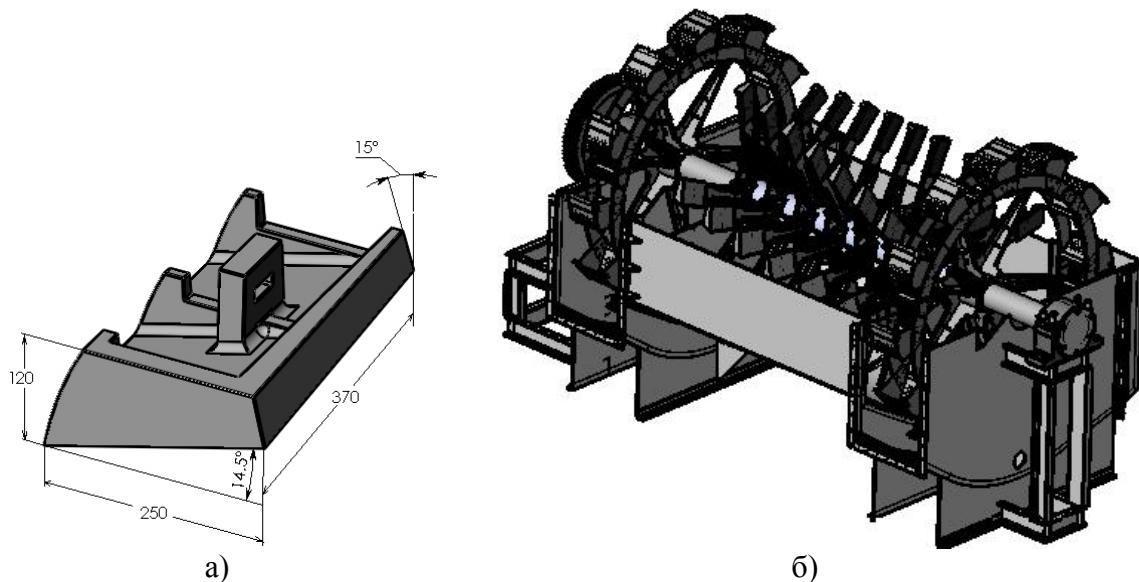


Рис. 1. Комбинированная ванна корытной мойки:
а) – башмак; б) – общая сборка

На рис. 2 представлена 3D модель, отражающая характер расположения промываемой породы (незакрепленной абразивной массы) в промежуточной ванне корытной мойки при установившемся режиме работы.

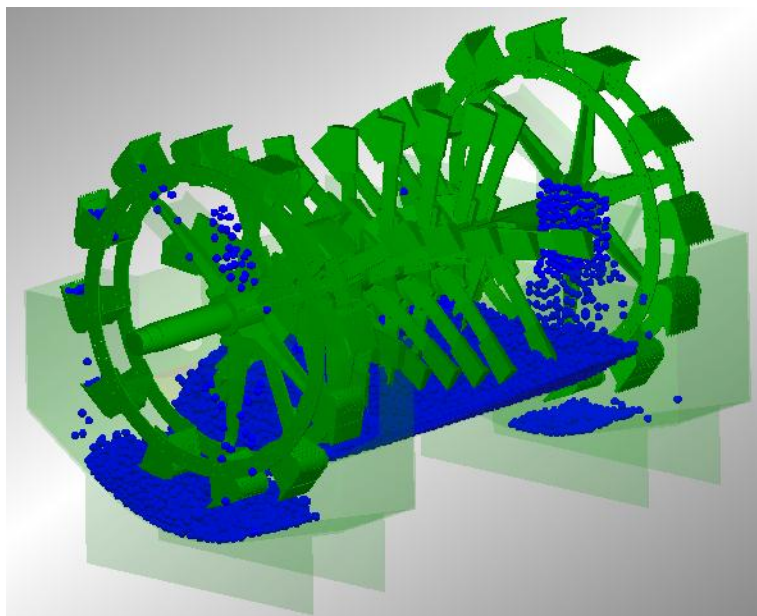


Рис. 2. Расположение промываемой породы в установившемся режиме

В табл. 1 представлены данные после достижения системой установившегося режима с момента вхождения одного из средних башмаков в абразивную массу.

Таблиця 1

Етапи проходження башмака через незакреплену абразивну масу

Время, сек	Этап прохождения	Общее усилие
0,4		
0,8		
1,2		
1,6		
2		

Анализ полученных данных компьютерного моделирования свидетельствует о том, что в процессе работы масса промываемой породы смещается в сторону вращения вала. При этом в начальный момент имеет место удар для максимально удаленного участка передней кромки башмака о куски породы под углом близким к нормальному. Сила удара в этот момент превышает 5 кН (табл.1), в местах контакта изнашиваемой поверхности и породы развиваются высокие напряжения, вызывающие пластические деформации металла, образуя на его поверхности углубления различной формы и глубины. После вхождения башмака в массу абразивной породы происходит его постепенное заглубление (0,8 сек) и при прохождении 1 сек с момента вхождения башмака в абразивную массу он уже полностью погружается в нее. Интенсивность нагрузки на поверхность башмака изменяется, максимальная величина общего усилия имеет место на переднюю кромку башмака, где впереди фронта движения образуется так называемая призма волочения. Уровень статического воздействия на единичную площадку рабочей поверхности, относительно невелик, т. к. абразивная частица в общей массе оттесняется деталью с пути движения, что предопределяет скользящее действие абразивного потока на поверхность изнашивания. Величина интенсивности воздействия изменяется и для боковых поверхностей с изменением глубины погружения в абразивную массу, чем она больше, тем больше давление на поверхность боковых стенок башмака. Интенсивность нагружения имеет относительно большую величину для нижней кромки башмака при полном погружении башмака в абразивную массу (1...1,6 сек), где имеет место наименьшее расстояние от нижней кромки башмака до дна корпуса ванны. Здесь происходит также частичное размалывание промываемой породы.

Результаты моделирования также свидетельствует о том, что наибольшую длительность контакта с абразивной массой имеет участок башмака, максимально отдаленный от оси вращения вала.

Исследование внешнего вида изношенных башмаков (рис. 3) указывают на неравномерный износ его рабочей поверхности – максимально изношен участок (углубления, утонение тела, промоины), удаленный от оси вращения, что соответствует условиям эксплуатации: максимальное давление абразивной массы, время контакта с абразивной массой и наибольшая относительная скорость перемещения в массе, что подтверждается результатами проведенного моделирования.

Таким образом, проведенное моделирование условий работы башмака корытной мойки в массе незакрепленного абразива (промываемой породы) позволяют судить о характере взаимодействия промываемой породы с поверхностью башмака, величине силового воздействия в период от погружения его в абразивную массу до выхода из нее. Повысить износостойкость и долговечность башмаков возможно методом наплавки, обеспечив состав металла, легированный хромом, медью и способствующий образованию на рабочей поверхности прочной матрицы мартенсита, с равномерно распределенными карбидами.



Рис. 3. Вид изношенного башмака

ВЫВОДЫ

1. Осуществлено моделирование движения башмака горизонтальной корытной мойки в массе незакрепленного абразива в соответствии с условиями работы, что позволяет повысить эффективность совершенствования материала и технологии упрочнения, и восстановления.
2. Показано, что при движении башмака абразивная масса оказывает неравномерное воздействие на его поверхность, характеризующееся циклично изменяющейся интенсивностью и длительностью контакта, вследствие чего имеет место неравномерный износ его рабочей поверхности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Виноградов В.Н. *Изнашивание при ударе* / В.Н. Виноградов, Г.Н. Сорокин, А.Ю. Албагачиев – М.: Машиностроение, 1982. – 192с.
2. Брыков Н.Н. *Оценка износостойкости сталей при абразивном изнашивании* / Н.Н. Брыков // *Трение и износ.* – 1988. – Том 9. – №2. – С.317–321.
3. *SolidWorks. Компьютерное моделирование в инженерной практике* / Алямовский А.А., Собачкин А.А., Одинцов Е.В., Харитонович А.И., Пономарев Н.Б. – СПб.: БХВ-Петербург, 2006. – 800с.: ил.

Статья поступила в редакцию 17.05.2016 г.