

## ИЗМЕРЕНИЕ УДАРНОЙ НАГРУЗКИ МЕЖДУ ПОДВИЖНО СОПРЯЖЕННЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ МЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

**Бабак К.Ю., студент; Яковлев Д.А., ассистент.**

*(Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Украина)*

В металлургии за последнее десятилетие нашли применение новые машины и устройства, представляющие собой механические системы, расчет энергосиловых параметров которых требует учета особого характера передачи нагрузки между подвижно сопряженными элементами, входящими в их состав. В частности, к таким системам следует отнести шибберные затворы, отсекающие конечный технологический шлак при выпуске стали из кислородных конвертеров, а также устройства для быстрой замены стаканов-дозаторов промежуточных ковшей сортовых МНЛЗ, обеспечивающие стабильность скоростных режимов истечения жидкой стали в кристаллизаторы в условиях реализации непрерывной разливки металла длинными сериями. При функционировании таких систем процессы перекрытия выпускного канала плавильного агрегата или смены вышедшего из строя стакана-дозатора новым (резервным) весьма скоротечны, так как длятся не более 0,3 с [1, 2].

Особенности динамических явлений, наблюдаемых во время работы указанных устройств, обусловлены не только возникновением больших ударных ускорений, а и тем обстоятельством, что перемещаемые по направляющим керамическая плита или стакан-дозатор находятся в защемленном состоянии, поскольку прижаты к базовым огнеупорным плитам блоками витых или тарельчатых пружин, развивающими усилие, достаточное для обеспечения надежного контакта между рабочими поверхностями керамических элементов. В силу указанных обстоятельств становится невозможным использование для расчетов динамических нагрузок в узлах дозирующего устройства как теоретических зависимостей, рассмотренных в классической механике для случаев абсолютно упругого, не вполне упругого и абсолютно неупругого ударов свободно движущихся тел с различной массой [3], так и результатов ранее проведенных экспериментальных исследований процессов ударного взаимодействия несвободных тел, протекающих при забивке свай и работе буровых машин.

Экспериментальное изучение физических явлений, сопровождающих ударный процесс, требует не только разработки оригинальных методик лабораторных исследований, наличия современных контрольно-измерительных средств, а и строгого соблюдения ряда условий по организации опытов и подготовке аппаратуры к их проведению. Условия проведения лабораторных экспериментов и вводимые при этом ограничения должны в максимальной мере соответствовать физике исследуемого процесса и способствовать уяснению сути сопутствующих ему явлений.

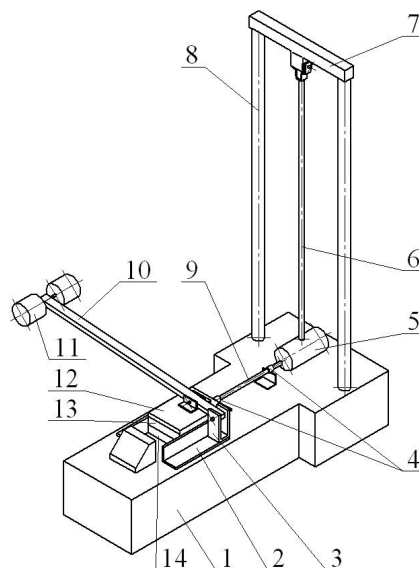
В теоретическом плане независимо от того, является удар упругим или пластическим, главными параметрами, позволяющими оценить характер взаимодействия и состояние соударяющихся тел, считают длительность непосредственного контакта между ними, возникающие в них деформации и напряжения, а также ускорения, развиваемые при их движении. Поэтому методика

планировавшегося эксперимента предполагала получение достоверной информации в первую очередь об указанных физических величинах в условиях имитации функционирования изучаемых шибберных устройств.

Экспериментальные исследования проводили на специальном стенде, устройство которого поясняет схема, приведенная на рис.1. В его состав входит коробчатая рама 1 с направляющими 2, между которыми неподвижно закреплена опорная плита 14 и имеющий возможность относительного продольного перемещения брусок 13, прижимаемый пластиной 12. Силу прижатия бруска 13 пластиной 12 обеспечивали комплектом грузов 11, закрепленных на большем плече рычага 10, посредством шарниров соединенного с пластиной 12 и кронштейном 3. Для создания силы принудительного перемещения бруска 13, защемленного между опорной плитой 14 и пластиной 12, служил молот 5, заземленный между опорной плитой 14 и пластиной 12, служил молот 5, соединенный с нижним концом маятника 6, подвешенного на перемычке 7, которую крепили на двух вертикальных колоннах 8. Силовое взаимодействие между молотом 5 и бруском 13 осуществляли посредством промежуточного элемента 9, установленного в направляющих втулках 4.



а



б

Рисунок 1 – Общий вид (а) и схема лабораторного стенда (б) для исследования процесса ударного взаимодействия тел

Благодаря такому конструктивному исполнению стенда обеспечивали варьирование в широких пределах характеристики ударного импульса как за счет изменения скорости молота в момент удара по бруску, так и изменением отношения их масс.

При этом масса бруска была постоянной (6 кг), а массу молота дискретно изменяли за счет комплекта грузов, и она составляла 9,6, 14,4 и 19,2 кг.

Для контроля параметров исследуемого процесса ударного взаимодействия между рабочими элементами лабораторного стенда применили измерительную систему, включающую тензорезисторный преобразователь, четырехканальный усилитель переменного тока УТ4-1 ТУ 25.06.1377-82, двухкоординатный акселерометр ADXL 210 фирмы ANALOG DEVICES и IBM- совместимый компьютер с установленной на его шине платой L-1250 12-тиразрядного многоканального аналого-цифрового преобразователя (АЦП) фирмы L-CARD. Тензорезисторный

преобразователь размещали на промежуточном звене, а акселерометр, позволяющий фиксировать линейные ускорения в пределах от  $-10g$  до  $+10g$  при частоте записи сигнала  $1 - 10$  кГц, крепили к бруску. Требуемую частоту опроса акселерометра назначали исходя из условия:

$$f_n \leq 1/T \leq f_b,$$

где  $T$  – длительность импульса, составляющая  $0,0002 - 0,001$  с.

Обработку цифрового представления сигналов, поступающих от тензорезисторного преобразователя и акселерометра, выполняли на ЭВМ в реальном масштабе времени при помощи прикладной программы PowerGraph 2.0.

В ходе проводившихся лабораторных экспериментов изучали характер изменений усилия, соотношения статических и динамических нагрузок, действующих в системе при соответствующих перемещениях зажатого бруска; сопоставляли значения указанных физических величин, которые регистрировали в условиях передачи энергии удара через промежуточные элементы, имеющие различную динамическую жесткость.

Анализ формы и амплитуды регистрируемых сигналов (рис. 2) показал, что кажущийся однократный удар молота, вызывавший перемещение зажатого бруска, проявляется в виде нескольких последовательных соударений, в процессе которых происходит импульсная передача ему энергии [4].

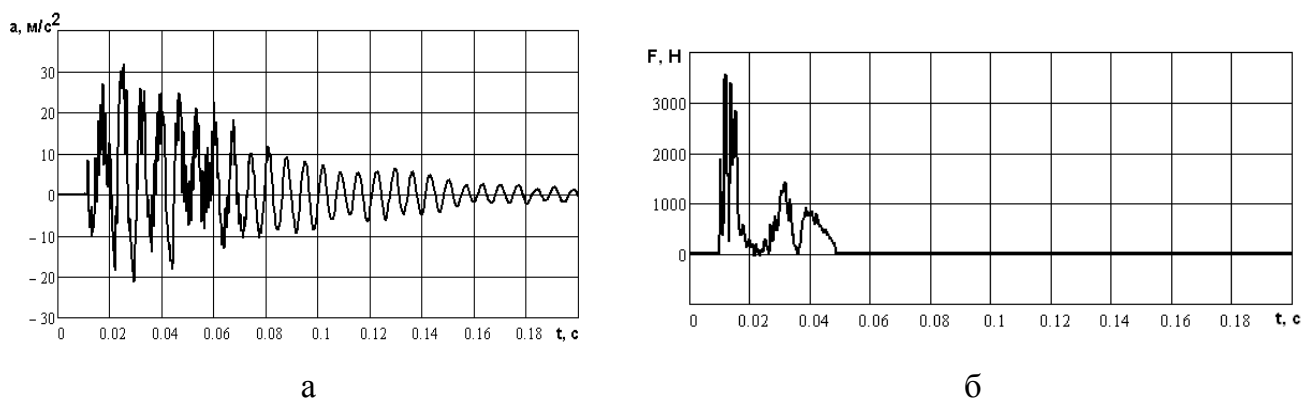


Рисунок 2 – Вид сигналов при контроле ускорения (а) и силы контактного взаимодействия (б) при передаче ударной нагрузки

Таким образом, полученные данные послужат основой уточненным теоретическим положениям, позволяющим более успешно решать практические задачи, связанные с расчетом и конструированием современных разливочных устройств, используемых в сталеплавильном производстве.

#### Перечень ссылок

1. Теория и практика непрерывного литья заготовок / А.Н. Смирнов, А.Я. Глазков, В.Л. Пилюшенко и др. - Донецк: ДонГТУ, ООО «Лебедь», 2000.- 371 с.
2. Еронько С.П., Быковских С.В. Разливка стали. Оборудование. Технология.- К.: Техніка, 2003.- 216 с.
3. Пановко Я.Г. Введение в теорию механического удара.- М.: Наука, 1977.- 220 с.
4. Инженерные методы исследования ударных процессов / Г.С. Батуев, Ю.В. Голубков, А.К. Ефремов и др. - М.: Машиностроение, 1977.- 240 с.