

Рис. 5. Оциллограмма колебаний натяжения при $z = 2$

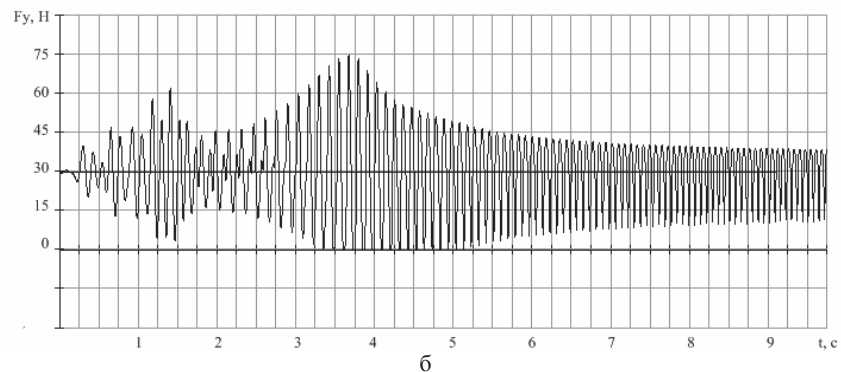
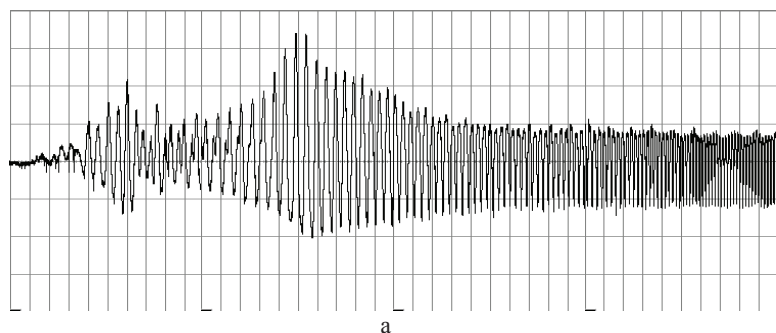


Рис. 6. Экспериментальная (а) и расчетная (б) оциллограммы колебаний натяжения при $z = 2$

Выводы:

1) разработанная динамическая модель, построенная с учетом нелинейного характера собственных демпфирующих свойств звеньев намоточного станка, позволяет выполнять наиболее точный количественный анализ поведения исследуемой системы при произвольных частотах и режимах вынужденных колебаний;

2) для исследуемого процесса перематки опасные окolorезонансные режимы колебаний могут возникать не только в установившихся режимах работы намоточного станка и при условии совпадения частоты возмущения с собственной частотой крутильных колебаний катушки, но также при меньших частотах во время разгона намоточного станка.

Список литературы: 1. Хромов О.В. Экспериментальные исследования характеристик внутреннего демпфирования питающего устройства намоточного станка / О.В.Хромов // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – Луганськ: Вид-во Східноукр. нац. ун-ту ім. В. Даля, 2009. – №12. – С. 120 – 123. 2. Хромов О.В. Моделирование вынужденных колебаний технологического натяжения длинномерного изделия в процессе перематки с учетом демпфирующих свойств исследуемой системы / О.В.Хромов // Вісник СевНТУ: механіка, енергетика, екологія. – Севастополь: Вид-во СевНТУ, 2010. – Вип. 110. – С. 175 – 178. 3. Пановко Я.Г. Основы прикладной теории колебаний. – М.: Машиностроение, 1967. – 313 с.

Поступила в редакцию 30.03.2011

УДК 621.74

В.А. ШКОДА, канд. техн. наук, нач. бюро,
Е.Н. БАРЧАН, канд. техн. наук, гл. конструктор,
И.В.АРТЕМОВ, гл. конструктор,
В.В.ДИОРДИЙЧУК, вед. конструктор,
 НТК ЗАО «АзовЭлектроСталь», Мариуполь

К ВОПРОСУ ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ УСИЛИЙ В КОНСТРУКЦИЯХ УСТАНОВОК ДЛЯ СРЕЗКИ ИЗЛИШКОВ ФОРМОВОЧНОЙ СМЕСИ С ЛИТЕЙНЫХ ПОЛУФОРМ

У статті розглянуті чинники, що впливають на величину зусиль, які виникають при зрізанні надлишків формувальної суміші з ливарних напівформ. Запропонована формула для розрахунку зусилля опору зрізу, що сприймається устаткуванням для виконання цієї операції.

В статье рассмотрены факторы, влияющие на величину усилий, возникающих при срезке излишков формовочной смеси с литейных полуформ. Предложена формула для расчета усилия сопротивления срезу, воспринимаемого оборудованием для выполнения этой операции.

Factors, influencing on the value of efforts, arising up at cutting away of moulding mixture surpluses from castings half-molds, are considered in the paper. A formula is offered for the calculation of effort of resistance to the cut, perceived by an equipment for implementation of this operation.

К настоящему времени известно много конструкций установок для срезки излишков формовочной смеси с литейных полуформ, полученных методом прессования или встряхивания [1]. Однако в научно-технической литературе отсутствуют рекомендации по определению усилий, возникающих в установке при срезании излишков смеси. Недооценка этих усилий приводит к перенапряжению отдельных узлов установки и преждевременному выходу их из строя, что снижает надежность работы оборудования. Это является крайне нежелательным для установок, работающих в составе автоматизированных формовочных линий, когда остановка одного из звеньев непрерывного процесса приводит к остановкам и простоям всей линии.

Узел срезки смеси приведен на рис. 1. На держателе ножа 2, присоединенном к приводной каретке 1, закреплен нож 3 грубой очистки, снимающий основной слой (высотой до 200мм и более), оставляя слой до 10мм для последующего срезания ножом тонкой очистки. Лезвие ножа грубой очистки выступает вниз по высоте ~ на 50-70мм и наклонено к горизонту под углом 45°. При врезании в смесь нож испытывает силу сопротивления срезу смеси R , которая раскладывается на две составляющие: горизонтальную, подрезающую пласт, и вертикальную – приподнимающую срезанный слой смеси.

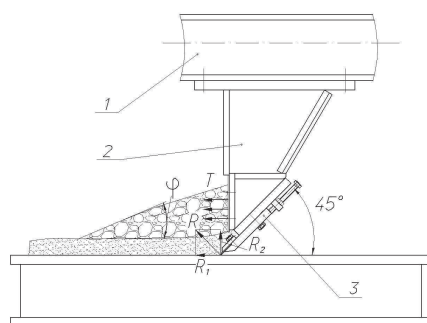


Рис. 1. Схема работы узла срезки смеси

Срезанный и приподнятый слой смеси напоздает на уровень еще не срезанной смеси и, упираясь в вертикальную стенку держателя ножа, проталкивается вперед, частично разрушаясь. При этом слой срезанной смеси располагается на поверхности еще несрезанного пласта под углом естественного откоса этого материала (в кусках) ϕ .

Рассматривая вопрос о срезке смеси, необходимо уточнить ее характеристику. Формовочная смесь состоит в основном из песка, глины и некоторых добавок при средней влажности 3,8 – 4,2%. Средний объемный вес смеси, которым оценивается степень ее уплотнения, составляет 1,6–1,75г/см³, при начальной плотности смеси, поступающей в опоку из бункера, 1,15 – 1,2г/см³ [2].

Уплотнение смеси в опоке в условиях ЗАО «АЭС» производится на формовочном агрегате с многоплунжерной прессовой головкой, при этом на штоках плунжеров (96 штук) укреплены прессующие башмаки, уплотняющие

формовочную смесь в опоке под давлением 10кг/см².

К факторам, влияющим на величину усилия при срезке, относятся: плотность набивки полуформы, состав смеси, конструкция режущее-сдвигающего узла машины, влажность смеси, ее прочность (сопротивление срезу и сдвигу), геометрические размеры образующейся борозды (ширина и высота) и другие факторы.

В принципе формовочную смесь можно идентифицировать с песчано-глинистой почвой, имеющей близкие по значению объемный вес и состав. Так, подзолистым почвам соответствует плотность 1,6 – 1,8 г/см³.

Есть также аналогия в работе ножа установки срезки смеси с плугом сельскохозяйственных машин. Однако при этом имеют место два отличия:

- навесной плуг режущей кромкой постоянно опирается на почву, преодолевая силу трения между ними, в то время как нож установки срезки жестко закреплен на каретке, перемещающейся по рельсовым путям, не оказывая вертикального усилия от лезвия ножа на почву;

- плуг срезает слой почвы и отбрасывает его в сторону, а нож установки (чаще всего выполняется прямым) подгребают срезанный слой впереди себя и перемещает его к краю полуформы к течке бункера.

Тяговое сопротивление плуга при обработке почвы находят по формуле В.И.Горячкина [3]:

$$P = f \cdot G + k_1 \cdot a \cdot b + \varepsilon \cdot a \cdot b \cdot v^2 \text{ (кг)},$$

где G – сопротивление плуга при трении его о дно борозды; f – коэффициент трения почвы о металл плуга; G – вес плуга, кг; $k_1 \cdot a \cdot b$ – полезное сопротивление резания и деформации пласта почвы (k_1 – коэффициент удельного сопротивления почвы, кг/см²; a – глубина снятия пласта, см; b – ширина захвата плуга, см); $\varepsilon \cdot a \cdot b \cdot v^2$ – характеризует сопротивление отбрасывания пласта (ε – коэффициент равный 400 кг·с²/м²; v – скорость движения плуга, м/с; $a \cdot b$ – поперечное сечение снимаемого пласта, м²).

Коэффициент удельного сопротивления почв колеблется в значительных пределах 0,3–1,5 кг/см² [3]. Поскольку формовочная смесь хотя и является уплотненной, но сохраняет каналы для создания газопроницаемости формы, поэтому оптимальное значение этого коэффициента можно принять по величине 0,5–0,75 кг/см².

В соответствии с ранее отмеченными отличиями в работе плуга и ножа установки срезки преобразуем формулу В.И.Горячкина применительно к условиям срезания излишков смеси с поверхности полуформ. Первое слагаемое в указанной формуле опускаем, но необходимо учесть дополнительное сопротивление, воспринимаемое вертикальной стенкой держателя ножа установки от перемещения срезанного слоя по поверхности неподвижного пласта смеси в направлении течки сброса срезанной смеси в бункер. Количество срезанной и перемещаемой перед ножом смеси будет переменным и увеличивается по мере продвижения ножа от начала полуформы к ее концу. Сила сдвига срезанного материала зависит от

величины внутреннего трения материала смеси и от нормального давления срезанной перемещаемой смеси. Под внутренним трением понимается сопротивление движению срезанной смеси по пласту находящемуся под ней;

$$T = f \cdot \sum_{i=1}^n N_i,$$

где T – усилие сдвига срезанной движущейся смеси, кг; f – коэффициент внутреннего трения формовочной смеси; N_i – переменная по величине сила давления от накапливающихся срезанных слоев смеси, кг.

Тогда формула сопротивления движению ножа при срезании излишков смеси на полуформе примет вид:

$$P = K_1 \cdot a \cdot b + \varepsilon \cdot a \cdot b \cdot v^2 \cdot 10^{-4} + f^1 \cdot \sum_{i=1}^n N_i, \text{ кг}$$

где K_1 – коэффициент удельного сопротивления смеси, $K_1=0,5-0,75 \text{ кг/см}^2$; a – глубина снимаемого слоя, см; b – ширина (длина) опоки, см; ε – коэффициент равный $400 \text{ кг}\cdot\text{с}^2/\text{м}^2$; v – скорость перемещения каретки (ножа) установки, м/с; f^1 – коэффициент внутреннего трения формовочной смеси, $f = 0,9$; $\sum_{i=1}^n N_i$ – переменная по величине сила давления срезанных слоев смеси на нижний не срезанный пласт, кг.

Воспользуемся полученной формулой для определения требуемого усилия среза на ноже установки, работающей в условиях автоматизированной формовочной линии ЗАО «АзовЭлектроСталь».

При высоте срезаемого слоя смеси $a = 20 \text{ см}$, ширине опоки $b = 300 \text{ см}$, величине хода 200 см , коэффициенте удельного сопротивления срезу $f = 0,625$, скорости движения ножа $0,2 \text{ м/с}$, коэффициенте внутреннего трения смеси $f^1 = 0,9$ максимальное давление от срезанной смеси (в конце хода) составляет $N = 1530 \text{ кг}$. Здесь плотность формовочной смеси составляет $1,7 \text{ г/см}^3$, и принято во внимание, что после 75% среза ножа по длине опоки, часть смеси начинает сыпаться в течку. Тогда $P = 5150 \text{ кг}$.

Как известно [4], независимо от конструктивного исполнения все машины обладают общими свойствами – упругостью звеньев и, в результате этого, способностью к возбуждению колебательных процессов. При этом действительные нагрузки, возникающие в машинах, значительно отличаются по величине и характеру от статических. Коэффициент динамичности зависит от характера нагружения, скорости нарастания нагрузок, наличия зазоров в соединениях и других факторов. Если учитывать дополнительные нагрузки от упругих ударов в зазорах соединения деталей механизма, то суммарная нагрузка с учетом динамической будет значительно больше, чем статическая. Изменение усилия резания в процессе срезки вызванное различной плотностью смеси по объему срезаемого слоя, а также попаданием в нее инородных, более твердых частиц, например, включений скрапа и шлака, может вызвать дополнительные динамические нагрузки.

Поэтому общая величина сопротивления срезу смеси с учетом

коэффициента динамичности [4] составит $P^1 = k \cdot P = 6180 \text{ кг}$, где $1,2$ – коэффициент динамичности.

Рассмотрим действие этого усилия на конкретной установке для срезки излишков смеси конструкции фирмы Kunkel Wagner (рис.2). Установка состоит из каретки в виде моста 1, перемещаемого по рельсовым путям 2 на катках 3, охватывающих рельс снизу и сверху и закрепленных на мосту. Снизу моста жестко закреплен держатель ножа грубой очистки и рядом с ним – держатель ножа тонкой очистки, имеющий механизм вертикального перемещения 7 по направляющим 6. Каретка перемещается в горизонтальном направлении от привода – гидравлического цилиндра 8, который шарнирно соединен с нижней частью моста каретки. За пределами опоки с обеих сторон расположены приемные течи, по которым срезанная формовочная смесь попадает в бункер.

Процесс срезки осуществляется в два этапа: при ходе вперед работает только держатель ножа грубой очистки, держатель ножа тонкой очистки поднят. При этом ходе срезается основной слой высотой $\sim 200 \text{ мм}$, оставляя несрезанным слой высотой не более 10 мм . Этот слой снимается при обратном ходе держателем ножа тонкой очистки, нож которого при опущенном положении располагается ниже ножа грубой очистки. Расчеты показали, что когда нож установки не входит в контакт со срезанной смесью на катки моста действует только вес каретки, вызывающий изгибающий момент на мосту $292,8 \text{ кг}\cdot\text{м}$.

Как следует из рис. 2, на установку действуют две параллельно направленные в разные стороны и разнесенные по высоте силы: сила сопротивления срезанию формовочной смеси, действующая на нож и держатель ножа, и сила перемещения каретки, создаваемая гидроцилиндром. Эти силы создают пару сил. Пару сил можно переносить вдоль оси ее действия [5], тогда она будет воздействовать на мост каретки. Для данной конструкции величина момента пары сил при плече $0,4 \text{ м}$ составят $M = P^1 \cdot h = 2472 \text{ кг}\cdot\text{м}$.

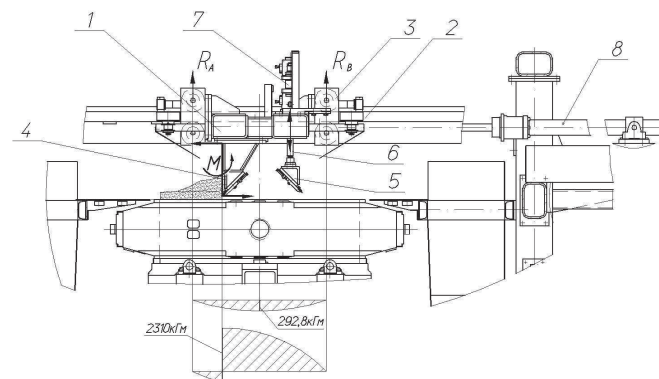


Рис. 2. Установка для срезки излишков смеси с поверхности крупных литейных полуформ

Под действием этого момента значительно возрастают напряжения в металлоконструкции моста и в подшипниках катковых опор, что необходимо учитывать при разработке узлов установки.

Выводы: 1. Установлена аналогия по физико-механическим свойствам между заформованной смесью в литейной форме и песчано-глинистой почвой соответствующей степени уплотненности.

2. На основании анализа особенностей работы плуга сельскохозяйственных машин, предложено при выполнении расчетов усилия срезки излишков формовочной смеси использовать видоизмененную формулу В.И. Горячкина.

3. Установлено, что при работе установки для срезки излишков формовочной смеси образуется пара сил, создаваемая противоположно направленными: сопротивлением срезу, воспринимаемым держателем ножа и усилием перемещения каретки. Пара сил воздействует на мост каретки, увеличивая напряжение в его металлоконструкции и катковых опорах.

Список литературы: 1. *Артемов И.В.* Анализ конструкций установок для срезки смеси с поверхности литейных полуформ / Артемов И.В., Шкода В.А. // Вестник НТУ «ХПИ» – Харків: НТУ «ХПИ», 2008. – №14. – С.7-11. 2. *Аксенов Л.Н.* Оборудование литейных цехов / Л.Н. Аксенов. – М.: Машиностроение, 1968. – 458с. 3. *Справочник* конструктора сельскохозяйственных машин. / Под ред. Клецкина М.И. – Том 1. – М.: Машиностроение, 1967 – 722 с. 4. *Гребенник В.М.* Расчет металлургических машин и механизмов / В.М. Гребенник, Ф.К. Иванченко, В.И. Ширяев. – Киев. Высшая школа, 1988 – 448 с. 5. *Курс* сопротивления материалов / Г.С. Писаренко, В.А. Агарев, А.Л. Квитка и др. – К.: Академия наук УССР, 1967 – 468с.

Поступила в редколлегию 25.03.11

СОДЕРЖАНИЕ

Н.А. ТКАЧУК, А.Д. ЧЕПУРНОЙ Современное машиностроение и САПР: реальные тенденции и перспективы.....	3
С.Т. БРУЛЬ, И.Н. КАРАПЕЙЧИК, В.М. МАЗИН, Н.А. ТКАЧУК Моделирование реакции корпусов легкобронированных машин на действие ударно-импульсных нагрузок.....	12
В.С. ГАПОНОВ, А.В. ГАЙДАМАКА, Е.Ю. ГЛАДЫЩЕВА Оценка напряженно-деформированного состояния упругих опор подшипников качения.....	19
А.В. ГРАБОВСЬКИЙ, Ю.В. КОСТЕНКО, І.В. АРТЬОМОВ Ударна взаємодія та динамічні процеси у віброударних машинах з частковим руйнуванням технологічного вантажу: задачі, методи, моделі.....	24
Т.М. ДАЛЯК, В.П. НІСОНСЬКИЙ, В.М. ШОПА Дослідження динамічного режиму роботи віброгратки з урахуванням сил в'язкого опору.....	40
Н.А. ДЕМИНА, О.А. ИЩЕНКО, Ю.Д. СЕРДЮК Экспериментальные исследования контактного взаимодействия матриц и пуансонов с листовой заготовкой.....	46
В.Б. ЗЕЛЕНСКИЙ, А.А. ЗАРУБИНА, И.Я. ХРАМЦОВА, З.С. САФОНОВА Оценка динамических ошибок рычажного механизма.....	51
С.Б. ЕРЕМЕНКО, Е.И. ЗИНЧЕНКО К расчету гидродинамического давления в слое смазки вращательной кинематической пары.....	57
Вісс. Гр. КЛИМЕНКО Багатокритеріальна задача мінімізації на орграфах.....	61
В.Т. ЛЕБЕДЬ Продление срока эксплуатации крупногабаритных изделий.....	69
Е.В. ПЕЛЕШКО, А.В. ЛИТВИНЕНКО, С.Т. БРУЛЬ Расчетно-экспериментальные исследования динамических характеристик бронекорпусов машин легкой категории по массе.....	81
Т.В. ПОЛИЩУК, Н.А. ТКАЧУК, Н.Б. НЕГРОБОВА, В.И. ГОЛОВЧЕНКО Кинематика механизмов наклона крупногабаритных машин: компьютерное моделирование и эксперимент.....	86
А.Ю. ТАНЧЕНКО, А.Н. ТКАЧУК, Ю.Б. ГУСЕВ Численное моделирование напряженно-деформированного состояния тонкостенных конструкций с учетом угонения стенок.....	103
А.В. ТКАЧУК, А.В. МАРТЫНЕНКО Анализ влияния конструктивных параметров блока цилиндров радиальной гидропередачи на его напряженно-деформированное состояние.....	109
М.М. ТКАЧУК Аналіз контактної взаємодії складнопрофільних елементів машинобудівних конструкцій з кінематично спряженими поверхнями.....	123
В.Г. ХРОМОВ, О.В. ХРОМОВ Нестационарные колебания катушки намоточного станка с нелинейными характеристиками внутреннего демпфирования.....	141
В.А. ШКОДА, Е.Н. БАРЧАН, И.В. АРТЕМОВ, В.В. ДИОРДИЙЧУК К вопросу об определении усилий в конструкциях установок для срезки излишков формовочной смеси с литейных полуформ.....	146