

УДК 621.771

РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОГО МАЯТНИКОВОГО СТАНА

Максим Николаевич Сухоставский, Екатерина Владимировна Лобурь

Студенты 5 курса, специалитет

кафедра «Оборудование и технологии прокатки»,

Московский Государственный Технический Университет им. Н.Э.Баумана

Научный руководитель: С.Б. Арюлин,

старший преподаватель кафедры «Оборудование и технологии прокатки»

Разработка конструкции и результаты исследования

Основными задачами при проектировании лабораторного стана было создание простого и надежного устройства механизмов рабочей клетки, поддающихся легкой сборке и настройке при монтаже и эксплуатации, а также экономичного привода. Одной из таких конструкций стал лабораторный маятниковый стан с опорной профилированной планкой, общий вид которого представлен на рисунке 1.

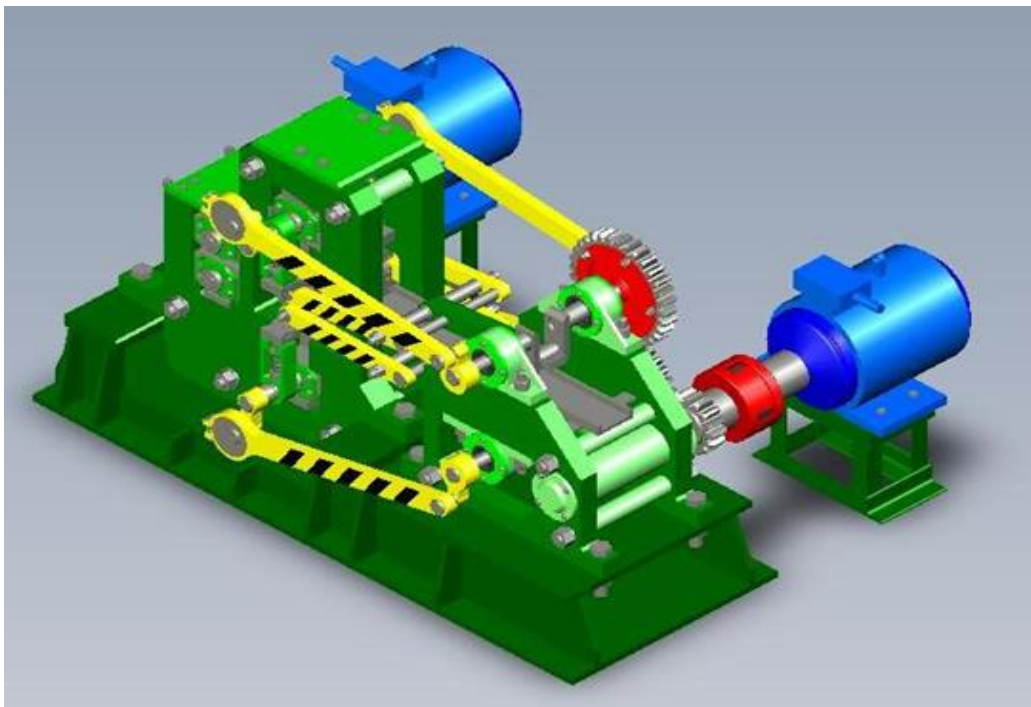


Рис. 1. Общий вид маятникового стана с опорной профилированной планкой

Обжатие металла осуществляется по закону, задаваемому формой профилированной планки, которая во время прямого рабочего хода маятников остается неподвижной, в то время как при обратном ходе планка с траверсой, а вместе с ними и рабочий валок удаляются от оси прокатки для пропуска металла непрерывно подающегося из задающей клетки. Таким образом, траектория движения рабочего валка маятниковой клетки представляет из себя замкнутую кривую, состоящую из криволинейной – обжимной участок и прямолинейной частей – калибрующий участок. Траектория была оптимизирована путем выбора необходимой амплитуды качания

маятника и формы профилированной планки для обеспечения требуемого закона обжатия металла.

Одним из вариантов выполнения конструкции рабочей клетки лабораторного маятникового стана стал прокатный стан, в котором роль опорных элементов, а также элементов конструкции, обеспечивающих необходимую траекторию движения рабочих валков при их прямом и обратном ходе и задающих закон обжатия прокатываемого металла, выполняют опорные профилированные валки.

На рисунке 2 представлен общий вид лабораторного маятникового стана с опорным профилированным валком.

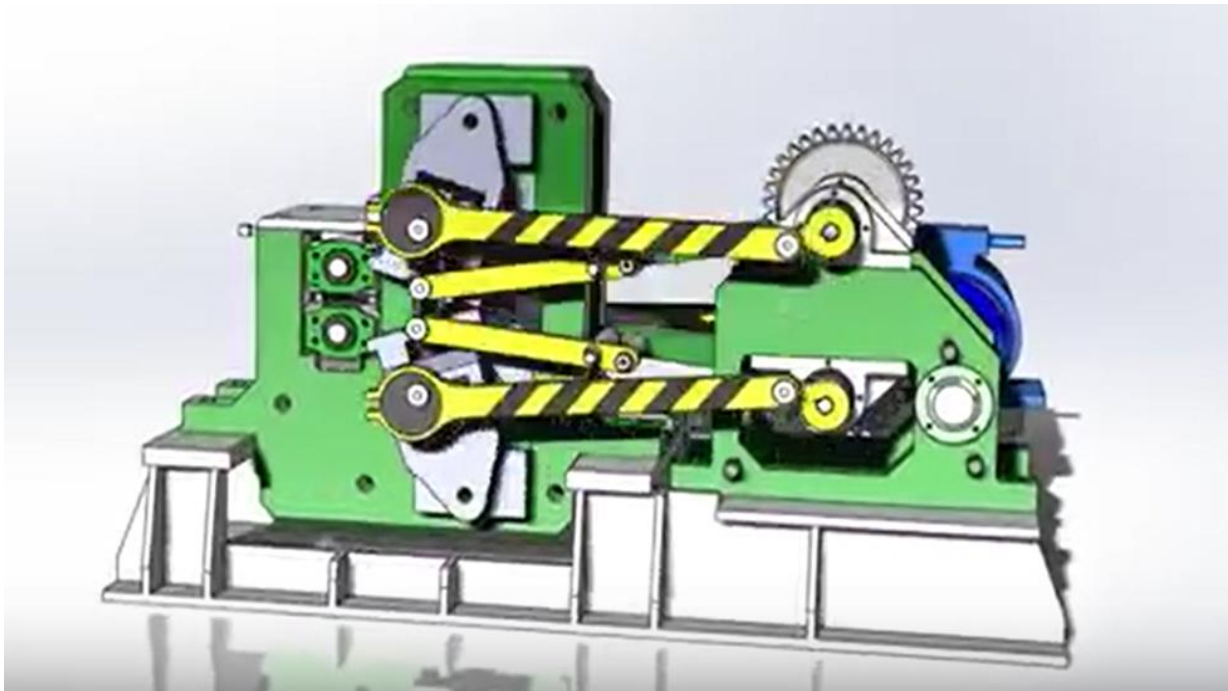


Рис. 2. Общий вид маятникового стана с опорным профилированным валком

В процессе прокатки маятники с рабочими валками совершают колебательные движения относительно неподвижных центров качания. При прямом (рабочем) ходе маятников рабочие валки обжимают заготовку по закону, задаваемому частью профиля опорных валков, постоянно вращающихся синхронно с валами кривошипа привода маятников, вследствие наличия между ними кинематической связи. При обратном ходе маятников, благодаря форме другой части профиля опорных валков, подвижные траверсы с корпусами рабочих валков перемещаются в стороны от оси прокатки на расстояние, необходимое для того, чтобы рабочие валки, движущиеся против хода прокатки, не касались постоянно подаваемого в зону деформации металла. Таким образом, траектория движения рабочих валков (или их центров), а значит и конфигурация наружного контура зоны обжатия прокатываемой полосы, зависят от выбранной формы профиля опорного валка. Следует также отметить, что для получения прокатываемой полосы без гребешков на готовом изделии (характерном для станов периодической прокатки с круговой рабочей траекторией движения центра рабочего валка), необходимо, чтобы траектория рабочего валка в конце рабочего хода имела калибрующий участок (движение валка параллельно оси прокатки), что также обеспечивается формой профиля опорного валка. Для изготовления такого профилированного опорного валка, а также возможности перехода на другой профиль опорного валка в зависимости от получения желаемой конфигурации наружного

контура зоны обжатия прокатываемой полосы, необходимо иметь строгую математическую зависимость между конфигурацией наружного контура зоны обжатия и формой опорного вала. С этой целью была разработана методика определения профиля опорного вала маятникового прокатного стана, позволяющая при заданных кинематических параметрах рабочей клетки получать траекторию движения рабочего вала, обеспечивающую требуемый закон обжатия прокатываемого металла, изложенная в литературе.

Поиски в направлении упрощения выполнения привода и синхронизации механизма качания маятников и вращения опорных профилированных валков привели к разработке конструкции лабораторного маятникового стана с цепным приводом.

На рисунке 3 представлен общий вид лабораторного маятникового стана с механизмом синхронизации качания маятников и опорных валков через систему зубчатых колес и цепную передачу.

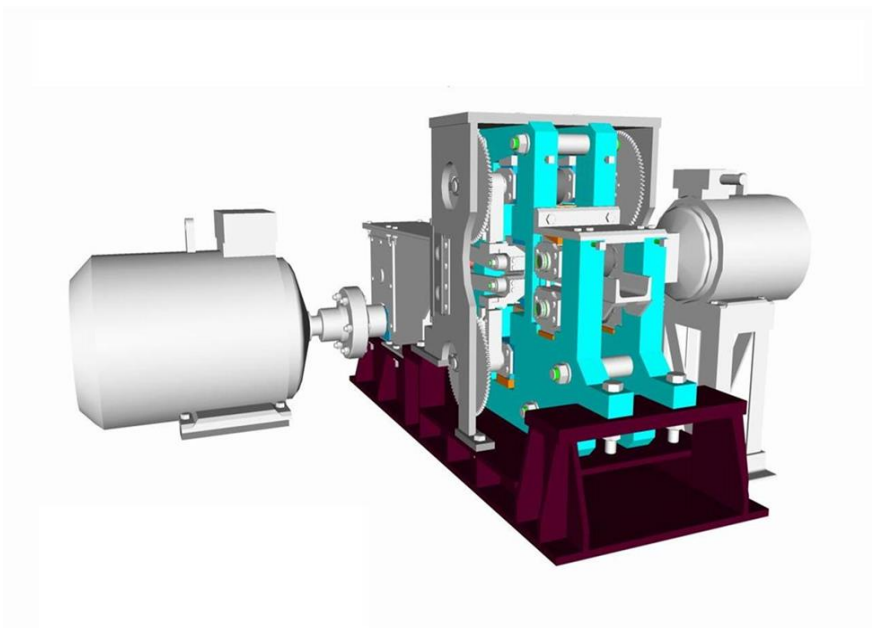


Рис. 3. Общий вид лабораторного маятникового стана с цепным приводом

На основе разработанной методики расчета параметров очага деформации и энергосиловых показателей процесса маятниковой прокатки, была создана универсальная программа, позволяющая определять все параметры и показатели процесса в функции угла пробега рабочим валком зоны деформации, от момента касания металла, до отрыва от него в конце калибрующего участка. Данная программа позволяет исследовать процесс прокатки в том числе и при изменении технологических (подача, размеры заготовки, величина обжатия, частота качания маятников) и конструктивных (радиус рабочего вала, амплитуда качания маятников) параметров для всех разработанных схем маятниковых станов.

Следующим этапом в исследовании лабораторного маятникового стана стало конечно-элементное (КЭ) моделирование процесса прокатки на этом стане свинцовой заготовки на основе эйлера описания поведения сплошной среды. Целью моделирования явилось получение дополнительной информации об энергосиловых параметрах процесса прокатки свинцовой полосы на лабораторном маятниковом стане для сравнения с результатами расчета по аналитическим зависимостям, а также информации о напряженно-деформированном состоянии прокатываемой заготовки.

Для обеспечения корректности сравнения моделирование проводилось с исходными технологическими данными аналогичным расчетному методу. Полученные в результате моделирования значения энергосиловых параметров прокатки были сопоставлены с расчетными значениями. Проведенное моделирование показало практически полное соответствие энергосиловых показателей прокатки свинцовой полосы на лабораторном маятниковом стане полученных этим методом и расчетным. Результаты исследования приведены в научной статье.

Также была проведена проверка на прочность наиболее нагруженных деталей и узлов лабораторных маятниковых станов. Расчеты проводились при характерных для этих лабораторных станов технологических параметрах прокатки свинцовой заготовки сечением 9,6 мм × 36 мм на полосу с высотой 1,6 мм при различных подачах металла на один ход рабочего вала до 2 мм и числе двойных ходов маятников 60 в минуту. Несмотря на большие обжатие и вытяжку ($\lambda=6$) свинцовой полосы в маятниковом лабораторном стане, незначительное в силу специфики периодической прокатки усилие (5,5 кН), приходящееся на рабочий валок, не вызывает в конструкции напряжений близких к критическим. Таким образом, прочностные расчеты показывают достаточный запас прочности конструкции лабораторных маятниковых станов, а энергетические расчеты - достаточность для обеспечения процесса прокатки в маятниковой клетке электродвигателя мощностью 1,5 кВт (4A100L8Y3).

Заключение

Незначительные габариты стана 1300×530 мм и невысокие расчетные значения весовых характеристик входящих в него деталей и механизмов 220 кг обуславливают возможность изготовления и запуска маятникового лабораторного стана, работы над которым на кафедре сейчас находятся в стадии рабочего проектирования. Учитывая, что при изготовлении лабораторного стана предусмотрено приобретение небольшого количества покупных изделий (эл. двигатели, зубчатые колеса, шестерни), а большая часть деталей может быть выполнена с использованием лабораторных баз кафедры и университета, реальность осуществления проекта представляется очевидной. Изготовление лабораторного маятникового стана и проведение на нем экспериментальных исследований могут явиться доказательной базой работоспособности выбранной конструктивной схемы и послужить основанием для постановки вопроса о разработке промышленного стана.

Литература

1. *Никитин Г.С., Евстропов Г.М., Арюлин С.Б., Зуев И.Г.* Маятниковая прокатная клетка а.с. 1072326 СССР 1983.
2. *Никитин Г.С., Евстропов Г.М., Арюлин С.Б., Зуев И.Г.* Маятниковая прокатная клетка а.с. 1125840 СССР 1984.
3. *Никитин Г.С., Евстропов Г.М., Арюлин С.Б., Зуев И.Г.* Универсальная клетка маятникового прокатного стана а.с. 1129798 СССР 1984.
4. *Никитин Г.С., Евстропов Г.М., Арюлин С.Б., Зуев И.Г.* Маятниковая прокатная клетка а.с. 1339949 СССР 1987.
5. *Арюлин С.Б., Евстропов Г.М.* Определение длины мгновенного очага деформации в момент обжатия при прокатке на станах периодического действия. // Заготовительные производства в машиностроении. 2003.№3.
6. *Галкин М.П., Никитин Г.С., Арюлин С.Б.* Маятниковые прокатные станы. // Заготовительные производства в машиностроении. 2003.№6. с 30-32.

7. *Арюлин С.Б.* Определение длины калибрующего участка на стане периодического действия. Сборник тезисов докладов Всероссийской научно-технической конференции// Машиностроительные технологии. М.: МГТУ им Н.Э.Баумана. 2008.-296с.
8. *Иванов А.В., Восканьянц А.А.* Моделирование технологических задач пластичности на основе эйлерового описания движения сплошной среды// Наука и образование. МГТУ им.Н.Э.Баумана.Электронныйжурнал.2010.№2Режимдоступа:<http://technomag.edu.ru/doc/137527.html> (дата обращения 06.11.2012)
9. *G.Z.Wang, Z.N.Cheng, K.Becker, J.Wilde.* Applying Anand Model to Represent the Viscoplastic Deformation Behavior of Solder Alloys/ Journal of Electronic Packaging.2001,№9,247-253.