

УДК 621.974.43**АНАЛИЗ НАПРЯЖЕНИЙ И ЭНЕРГИЙ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ МОЛОТА В МОМЕНТ УДАРА НА ПРИМЕРЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ОСАДКИ**

Иванов Кирилл Сергеевич

*Студент 2 курса магистратуры,
кафедра «Технологии обработки давлением»
Московский государственный технический университет*

*Научный руководитель: О.А. Белокуров,
кандидат технических наук, доцент кафедры «Технологии обработки давлением»*

В технологических процессах обработки металлов давлением важно учитывать состояние машины при её работе во время деформирования поковок. Серьёзные ударные нагрузки, возникающие при деформировании на молотах, предполагают повышенные требования к механическим свойствам материалов составных частей штамповочных машин. Для проверки работоспособности прессов и молотов, помимо натуральных экспериментов, часто прибегают к компьютерному моделированию.

В работе моделировался процесс осадки на паровоздушном штамповочном молоте с массой падающих частей 10 тонн для анализа напряженно-деформированного состояния в момент удара. Расчёт проводился в программном комплексе Ansys 2022 R2, в модуле расчетов явной динамики explicit dynamics. Модель кузнечно-прессовой машины спроектирована в КОМПАС 3D v21. Объектом моделирования выступил штамповочный паровоздушный молот М2150.

Модель для расчёта методами конечных элементов представлена на рис. 1. Для снижения времени расчётов модели были геометрически упрощены.

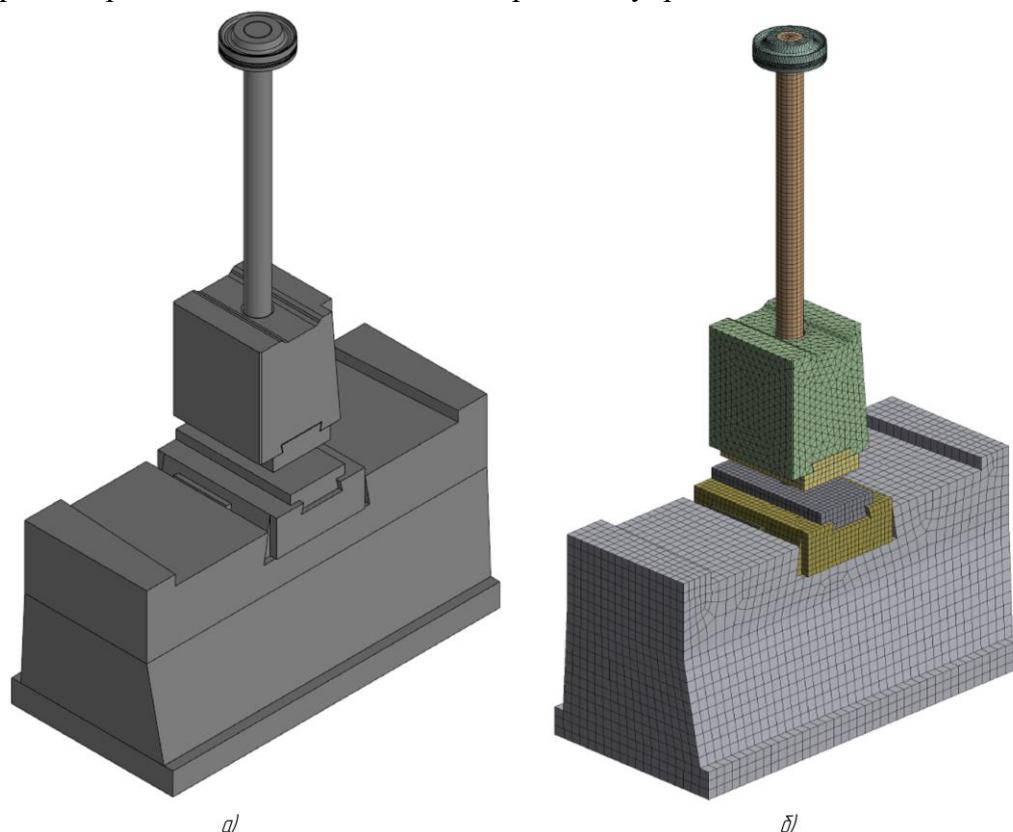


Рис. 1. Расчётная модель штамповочного паровоздушного молота М2150: а) – модель из КОМПАС 3D, б) конечно-элементная сетка в Ansys.

Подобраны материалы составных частей молота и приведены в таблице 1.

Таблица 1. Материалы составных частей молота.

№ п/п	Название детали	Материал детали
1	Шабот	СЧ 21
2	Штамподержатель	Сталь 45
3	Нижний боек	5ХНМ
4	Клин	Сталь 20
5	Верхний боек	5ХНМ
6	Баба	Сталь 45
7	Шток	Сталь 40ХН
8	Поршень	Сталь 45

Выбрана цилиндрическая заготовка из среднелегированной высокоуглеродистой конструкционной стали 30ХГСА диаметром $\varnothing 150$ мм и высотой 155 мм.

Рассчитаны два варианта молота с разными фундаментами – смонтированные на грунте и на виброизолированном фундаменте. Начальная скорость массы падающих частей у двух вариантов – 5,8 м/с. Температура заготовки – 300 °С.

Проведен анализ по значениям энергий, напряжений, деформаций, скоростей и перемещений. Энергия деформирования заготовки на молоте, смонтированном на грунте, составила 140 кДж; на молоте, смонтированном на виброизоляционной опоре этот же показатель составил 128 кДж. Вертикальное смещение шабота на грунте в конце удара - 0,05 мм; у шабота на виброизолированной опоре – 6 мм. Напряжения падающих частей молота в момент удара представлены на рис 2. Максимальные эквивалентные напряжения в верхнем и нижнем бойках в первом варианте составляют 119 и 141 МПа; во втором варианте 109 и 140 МПа соответственно.

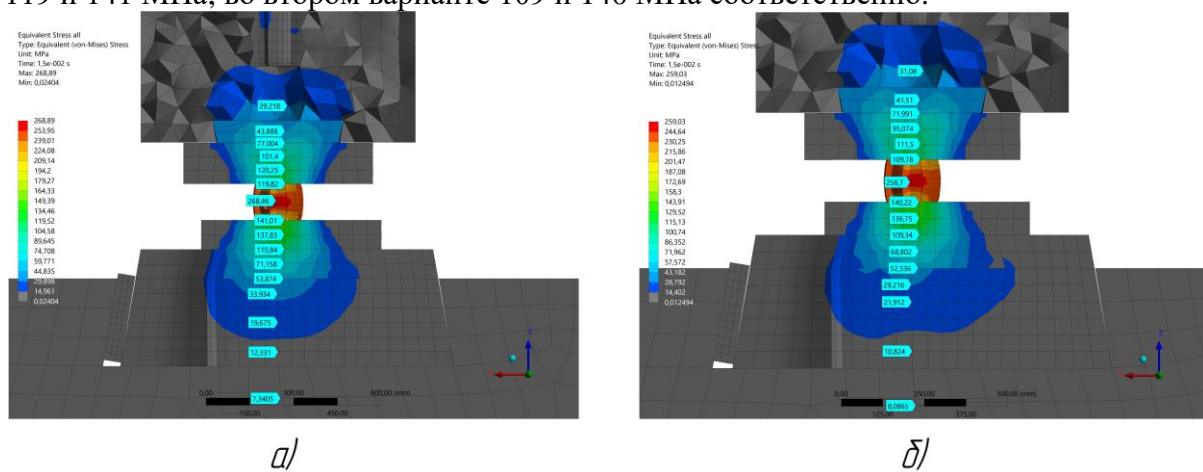


Рис. 2. Напряжения падающих частей молота в момент удара: а) – молот на грунте, б) – молот на виброизолированной опоре.

Крепление штока к бабе молота оказалось наиболее нагруженным местом в конструкции молота. Напряжения в штоке при ударе представлены на рис. 3.

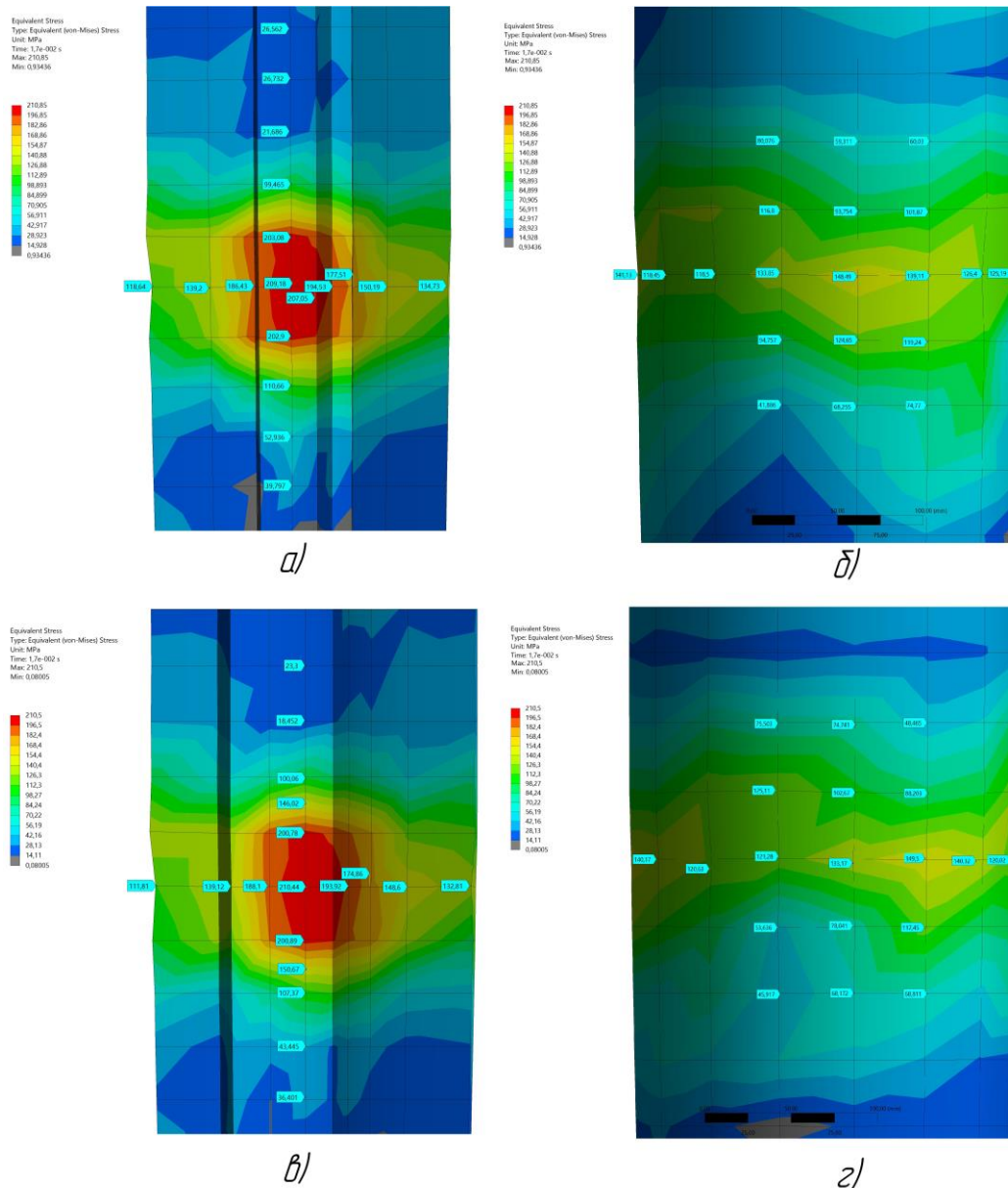


Рис. 3. Напряжения в штоке в момент удара: а) – сечения штока молота, установленного на грунте, б) – поверхность штока молота, установленного на грунте, в) – сечения штока молота, установленного на виброизолированной опоре, г) поверхность штока молота, установленного на виброизолированной опоре.

Для устранения опасного участка были предложены два варианта: установка втулки из стали меньшей твёрдости, чем шток, в цилиндрическом гнезде бабы и замена материала на более твёрдые стали, к примеру, из ХНЗМ или 40ХНМА.

Литература

1. Живов Л. И., Овчинников А. Г., Складчиков Е. Н. Кузнечно-штамповочное оборудование / Живов Л. И., Овчинников А. Г., Складчиков Е. Н. - Москва : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006. - 560 с.
2. Huei-Huang Lee Finite Element Simulations with ANSYS Workbench 2022: Theory, Applications, Case Studies, 1st Edition, SDC Publications, 2022. 618p.
3. <https://kompas.ru/kompas-3d/about/>
4. <https://www.ansys.com/products/ansys-workbench>.