

КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В РЕМОНТЕ ДЕТАЛЕЙ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ПРЕССА

Жилин Р.А., Дегтев Д.Н., Никитин С.А.

Воронежский государственный технический университет, Воронеж

Ключевые слова: гидравлический пресс, ремонт, исполнительный механизм, метод конечных элементов, конечноэлементные модели, напряженно-деформированное состояние, эпюры напряжений.

Аннотация. Рассматривается возможность ремонта соединения ось-ползун тяжело нагруженного гидравлического пресса фирмы Siempelkamp. Смоделированы конечноэлементные модели базовой конструкции и конструкции изменённой при ремонте. Представлены результаты экспертной оценки напряженно-деформированного состояния рассмотренных конечноэлементных моделей. По результатам исследования сделан вывод о возможности и перспективности проведения ремонта исполнительного механизма.

FINITE ELEMENT MODELING IN THE REPAIR OF HYDRAULIC PRESS PARTS

Zhilin R.A., Degtev D.N., Nikitin S.A.

Voronezh State Technical University, Voronezh

Keywords: hydraulic press, repair, actuator, finite element method, finite element models, stress-strain state, stress diagrams.

Abstract. The possibility of repairing the axle-slider connection of a heavily loaded Siempelkamp hydraulic press is being considered. Finite element models of the basic structure and the structure modified during repair are modeled. The results of an expert assessment of the stress-strain state of the finite element models considered are presented. Based on the results of the study, a conclusion was made about the possibility and prospects of repairing the actuator.

На многих современных производствах имеется довольно значительная часть производственного оборудования верой и правдой прослужившее значительное время. Высокая степень износа их деталей требует ремонта, а иногда при ремонте требуется более радикальное вмешательство в конструкцию. Значительную часть такого оборудования занимают прессы.

Качество пресса – многопараметровый показатель, изменение части размеров базовых деталей качественно изменяет напряженное состояние несущей конструкции. Знать, как повлияет ремонт деталей и возможность его самого невозможно оценить без предварительных исследований напряжённо-деформированного состояния. Пресс представляет собой систему из большого числа совместно работающих деталей, и для достоверного анализа состояний объекта такого уровня сложности требуется системное математическое моделирование. При ремонте вышедших из строя деталей необходимо точно определять области концентрации напряжений в системе взаимодействующих деталей пространственной конфигурации. Если ремонт по каким-либо причинам не возможен без изменения конструкции, то необходимо так же знать, как изменение конструкции повлияет на распределение полей напряжений в деталях.

Объектом настоящего исследования послужил гидравлический пресс *Siempelkamp* с максимальным общим усилием 20000 тс, предназначенный для прессования пакета из 40 листов из предварительно сформированного асбоцементного композита разделенных металлическими прокладками листового материала (рис. 1).



Рис. 1. Общий вид гидравлического пресса *Siempelkamp*

Четыре тяги перемещают в вертикальном направлении стол пресса. При этом каждая тяга взаимодействует с пальцем, установленным с небольшим технологическим зазором в отверстии стола. При долговременной эксплуатации пресса произошло разрушение одного из пальцев стола. При этом часть пальца осталась запрессованной внутри стола.

Анализ разрушенного соединения выявил отличие конструкции данного соединения пальца со столом от остальных трёх (базовых) соединений в данной конструкции пресса. В этом соединении было увеличено отверстие в столе, куда была дополнительно запрессована втулка с уже стандартным отверстием, а уже затем уже в него установлен палец. Визуальный осмотр показал потерю работоспособности помимо пальца ещё и запрессованной втулки, в которой обнаружена трещина по всей толщине (рис. 2).

Было принято решение не восстанавливать соединение в первоначальном виде, а изготовить палец изменённой конфигурации с увеличенным диаметром в месте установки втулки. Таким образом, экономились средства за счёт отказа от монтажа втулочного соединения. Правомерность такого ремонта может дать оценка напряженно-деформированного состояния базовой конструкции и конструкции с изменённым пальцем.

Целью настоящего исследования была оценка напряжённно-деформированное состояние обеих конструкций и оценка возможности применения новой конструкции пальца для ремонта.



а



б

Рис. 2. Разрушение запрессованной втулки стола: а – фронтальный вид, б – вид со стороны пальца

Постановка задачи для исследования контактного взаимодействия деталей пресса сводится к дискретному – по методу конечных элементов – моделированию пространственной конструкции при центральном технологических нагружении с целью анализа напряжённно-деформированных состояний стыков между столом и пальцами.

В принятой модели конфигурация деталей, внешние нагрузки и граничные условия имеют две вертикальные плоскости симметрии, что дает возможность рассматривать четвертую часть всей пространственной конструкции. Базовая расчётная модель необходима для сравнительной оценки напряжённного состояния пальца. Для исследования напряженно-деформированного состояния системы пресса в численную модель включены детали непосредственно входящие в исследуемое соединение – отсечённая плоскостями симметрии часть стола, палец и шатун. На рисунке 3 детали этих моделей изображены для наглядности без взаимного сопряжения. Численное моделирование, вычислительные процедуры и обработка результатов произведена в среде программного комплекса МАКС [1-5].

Из всего массива полученных результатов моделирования ниже представлены картины распределения полей деформации и напряжений в столе и пальце (рис. 4, 5).

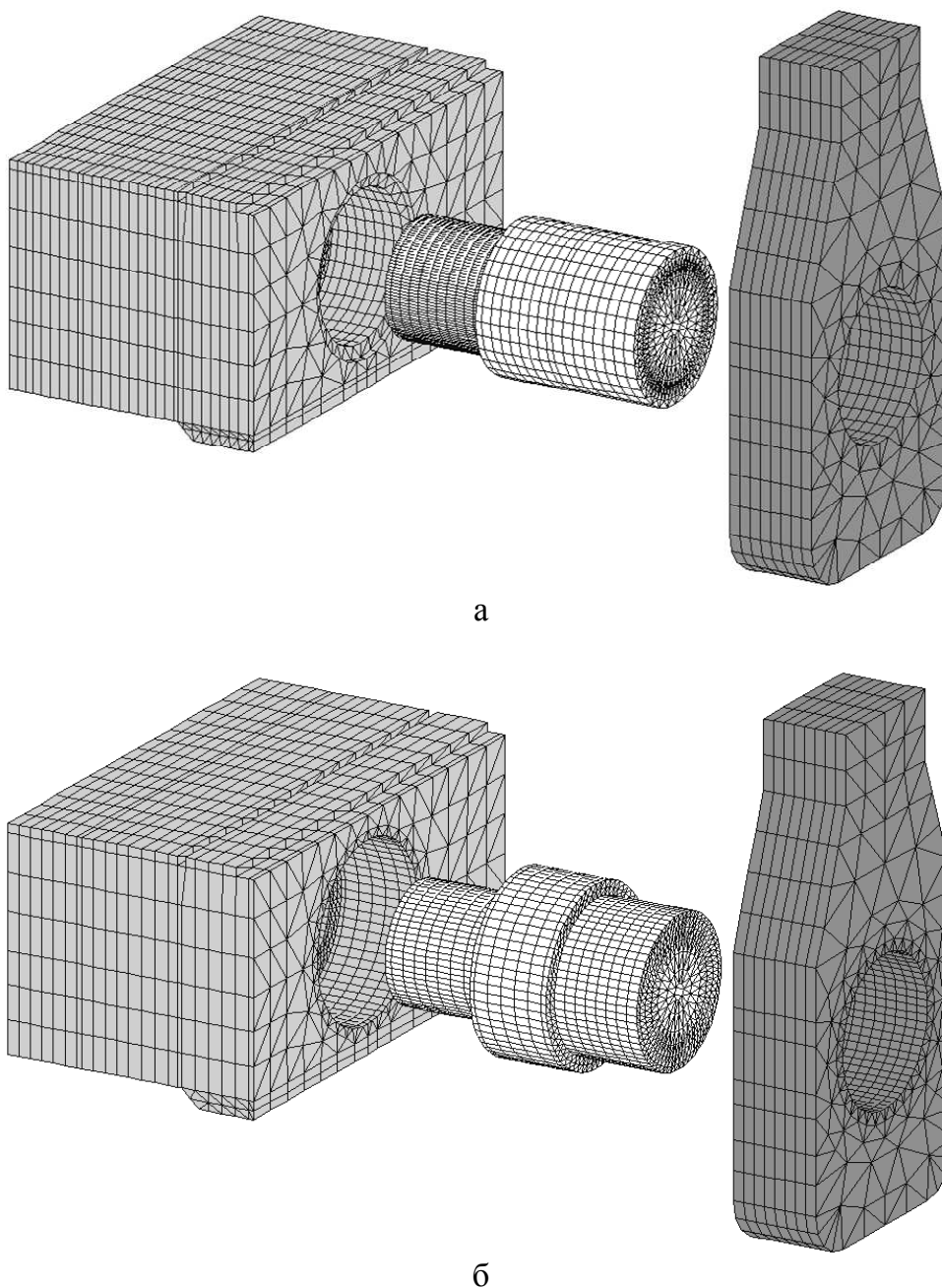
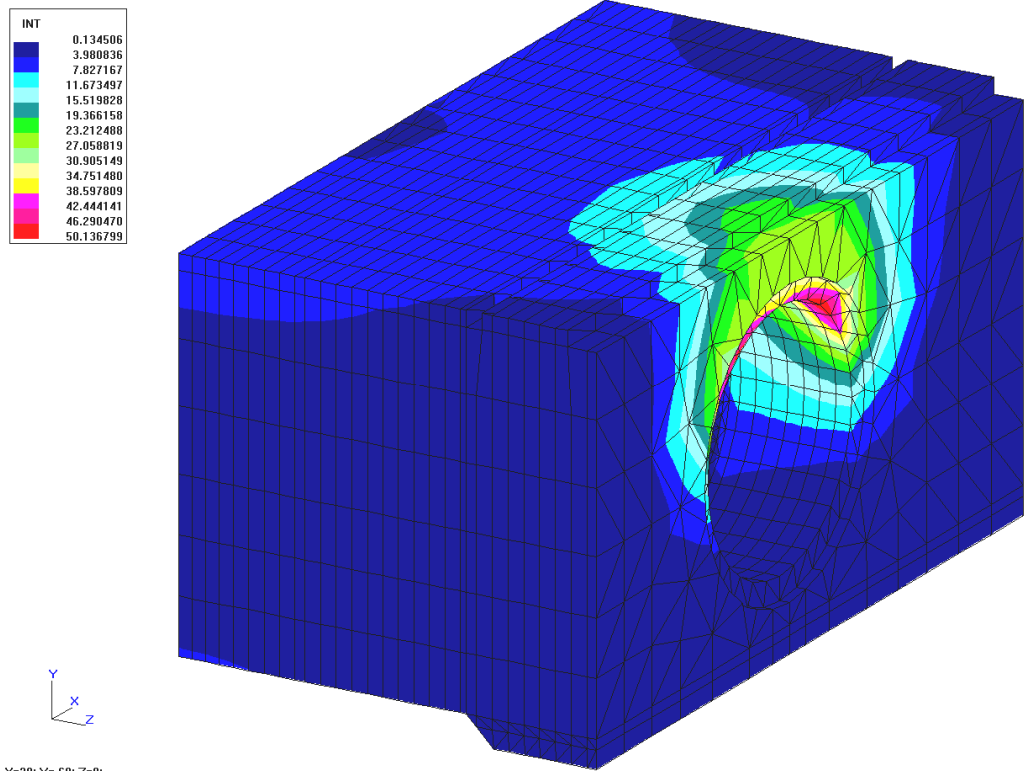
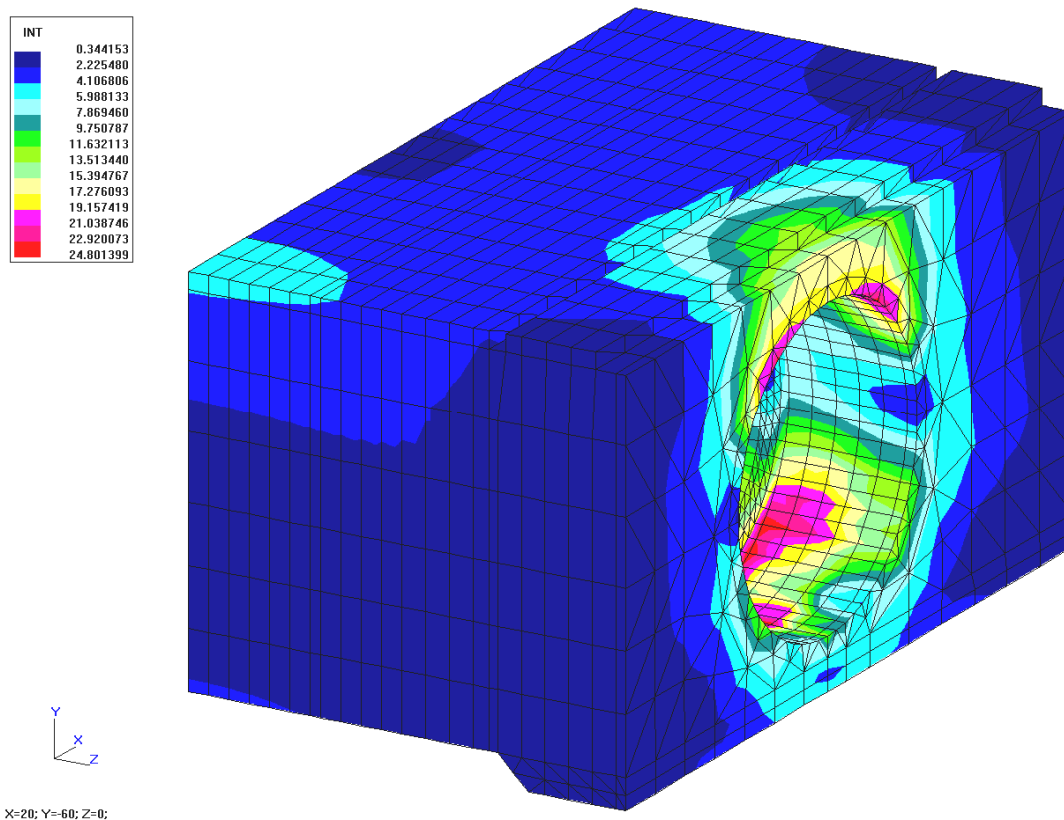


Рис. 3. Конечноэлементные модели соединения стола, пальца и шатуна: а) базовая модель, б) изменённая модель

Полученные результаты показывают, что уровень деформации стола измененной конструкции, а также предельные значения эквивалентных напряжений уменьшились практически в два раза по сравнению с базовым вариантом. Новая конфигурация пальца вполне удовлетворяет прочностным характеристикам, предъявляемым к деталям исполнительного механизма. При этом следует отметить, что увеличение радиуса скругления галтели и перераспределение сил контактного взаимодействия в зоне сопряжения стол-палец позволили исключить неблагоприятную концентрацию напряжений в области галтельного перехода. Надёжность полученных результатов расчетов неоднократно подтверждается многочисленными исследованиями [6-8].



а



б

Рис 4. Напряженное состояние стола (МПа) исходной конфигурации (а) и измененной конфигурации(б)

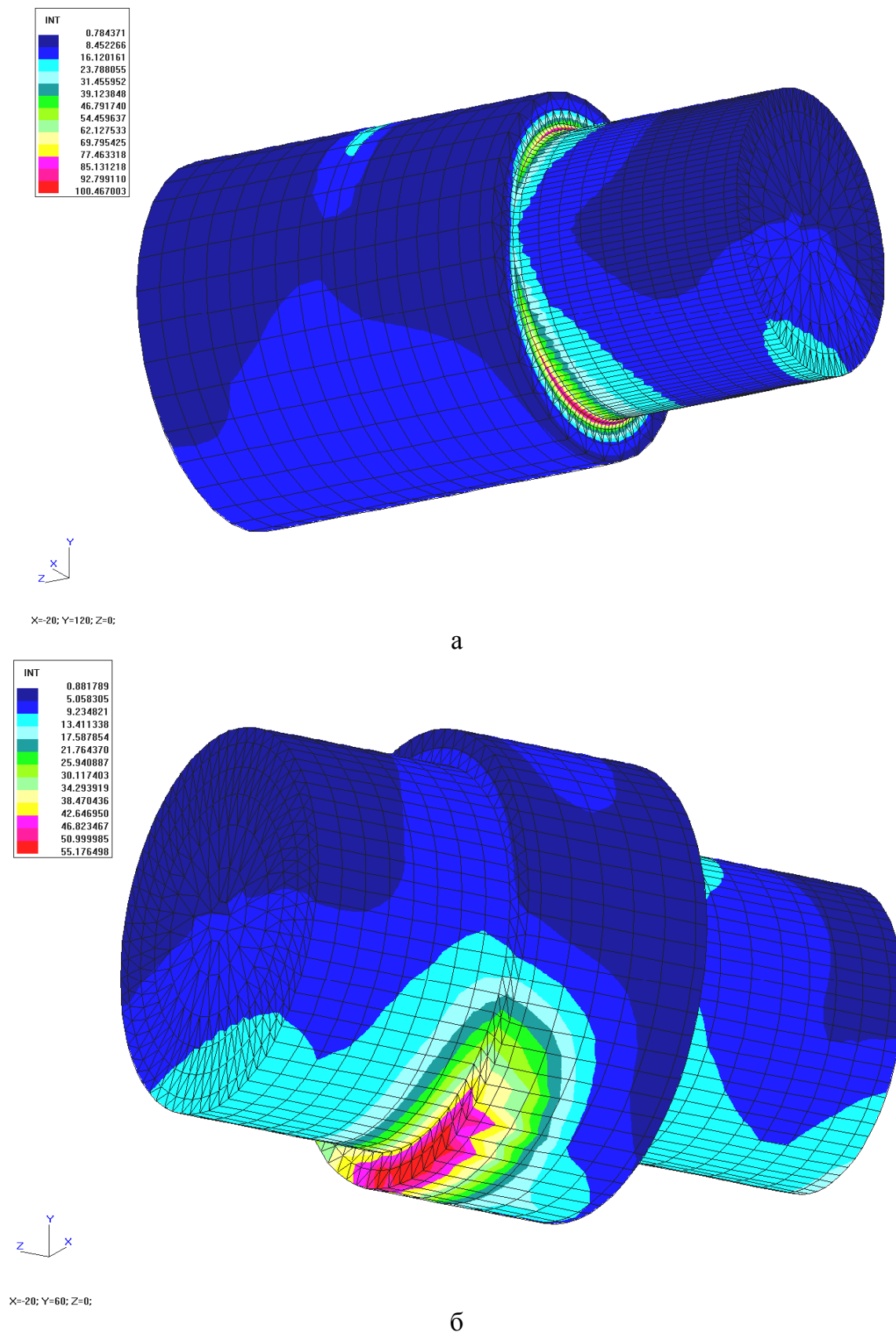


Рис. 5. Напряженное состояние пальца (МПа) исходной конфигурации (а) измененной конфигурации (б)

Выводы

1. Проведённое исследование показывает, что предложенное изменение конфигурации гидравлического пресса обеспечивает необходимые прочностные

характеристики нагруженных деталей исполнительного механизма и может быть рекомендовано для проведения ремонта.

2. Применение численного моделирования с помощью метода конечных элементов даёт возможность выбора наиболее рационального варианта проведения ремонта, оценить различные подходы к устранению поломок, оценить ожидаемую прочность отремонтированного соединения.

Список литературы

1. Гольник Э.Р., Жилин Р.А., Радченко И.Г., Рукин Ю.Б. Новые возможности системного математического моделирования при проектировании кривошипных горячештамповочных прессов // Кузнечно-штамповочное производство. – 1998. – №3. – С. 24-28.
2. Рукин Ю.Б., Жилин Р.А., Измайлов В.Ю. Дискретное моделирование машин и конструкции // Наука – производству. – 2006. – №5. – С. 119-121.
3. Гольник Э.Р., Радченко И.Г., Лейкин М.А. Программный комплекс МАКС и опыт его применения в САПР тяжелых механических прессов // Кузнечно-штамповочное производство. – 1995. – №3. – С. 19-22.
4. Gol'nik E., Radchenko I., Balagansky V., Birbraer R. System Methods of Computer Mechanics and their Using in Computer Aided Design of Heavy Technological Machines // 10th International Conference on CAD/CAM. MICAD-91. – Paris: Hermes, 1991. – P. 367-387.
5. Гольник Э.Р., Дибнер Ю.А., Жилин Р.А. Анализ состояний контактные стыков составных станин тяжелых КГШП в зависимости от уровня их затянутости // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. – 2001. – №3. – С. 22-28.
6. Жилин Р.А., Нилов В.А., Рукин Ю.Б., Демидов А.В., Коновалюк С.Н., Трухачев А.И. Анализ работоспособности затянутого соединения деталей наклонно-поворотного механизма // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2014. – Т. 10, №5-1. – С. 41-45.
7. Жилин Р.А., Нилов В.А., Рукин Ю.Б., Демидов А.В. Дискретное моделирование многотельных контактных систем // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2014. – Т. 10, №6. – С. 44-47.
8. Розанов Б.В., Сурков А.И., Монахов-Ильин Г.П. Практика и перспективы использования МКЭ для обеспечения конструктивной надежности узлов и деталей уникальных мощных гидравлических прессов // Кузнечно-штамповочное производство. – 1986. – №9. – С. 25-28.

Сведения об авторах:

Жилин Роман Анатольевич – к.т.н., доцент;

Дегтев Дмитрий Николаевич – к.т.н., доцент;

Никитин Сергей Александрович – к.т.н., доцент.