

УДК 624.046

Чумак А.Н., старший лаборант каф. СГГМ
Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепрпетровск, Украина

ВЛИЯНИЕ ДЕФЕКТОВ МЕТАЛЛОПРОКАТА НА НЕСУЩУЮ СПОСОБНОСТЬ КОНСТРУКЦИЙ

Введение. На сегодняшний день известно более трех тысяч марок сталей, качество которых определяется различными методами. Контроль качества выполняется с помощью ультразвукового дефектоскопа работающего по принципу неразрушающего контроля.

Концепции материаловедения и металловедения позволили развить знания о металле и его строении, а также в разы повысить его физико-механические свойства.

Опасные виды отказов металлических конструкций связаны с образованием и развитием дефектов в очаговой зоне разрушения под воздействием факторов эксплуатационного и производственно-технического происхождения. В связи с увеличением величины напряжений на элементы конструкций и активности коррозионной среды актуальность проблемы сохранения и повышения долговечности металлоконструкций возрастает.

При изготовлении, обработке и транспортировке строительных металлических конструкций могут возникать дефекты - отдельные несоответствия продукции нормативным требованиям. Дефекты в соединениях относятся к двум типам: внешним или внутренним [1, 2].

Можно выделить процессы, при которых чаще всего возникают дефекты:

- **Дефекты, возникающие при деформации твердого тела.** Процесс образования дефектов при деформации небольшой величины идет не интенсивно. После снятия напряжения вызывающего эту деформацию, тело может принять первоначальную форму. Однако если уровень деформации превысит пороговое значение, то количество дефектов начнет расти очень быстро, что приведет к необратимому процессу пластической деформации материала. Вызвана пластическая деформация именно плотностью и величиной образовавшихся дефектов, которые не дадут образцу принять первоначальную форму.

- **Дефекты обработки поверхности.** В процессе снятия стружки или шлифовки материала всегда возникают микротрещины на поверхности объекта.

- **Дефекты литейного происхождения.** Когда расплавленный сплав заливают в формы, и он начинает остывать то из-за неравномерности остывания некоторые части слитка застывают раньше, а другие позже, это создает сдвиги слоев между собой. Кроме того, в сплав могут попасть мелкие пузыри воздуха отчего образуются поры (рис.1, а).

- **Дефекты прокатного производства** образуются при нарушении технологии прокатки и предварительного нагрева заготовки. Неправильный коэффициент обжатия или недостаточный нагрев заготовки перед прокаткой может привести к появлению на поверхности стали усов, волосовин, флокенов, трещин, сколов, смятых концов и других дефектов (рис.1 б, в, г).

- **Дефекты термообработки** образуются при неправильном выборе термического режима или его несоблюдении. Наиболее часто на этапе термообработки образуются следующие дефекты – перегрев (можно исправить повторным нагревом), пережог, термическое трещинообразование и другие.

- **Дефекты хранения.** В ходе перевозки или хранения металл может быть деформирован – погнут, замят. Также при длительном хранении металла происходит его старение, в результате чего он теряет прочностные и пластические свойства.

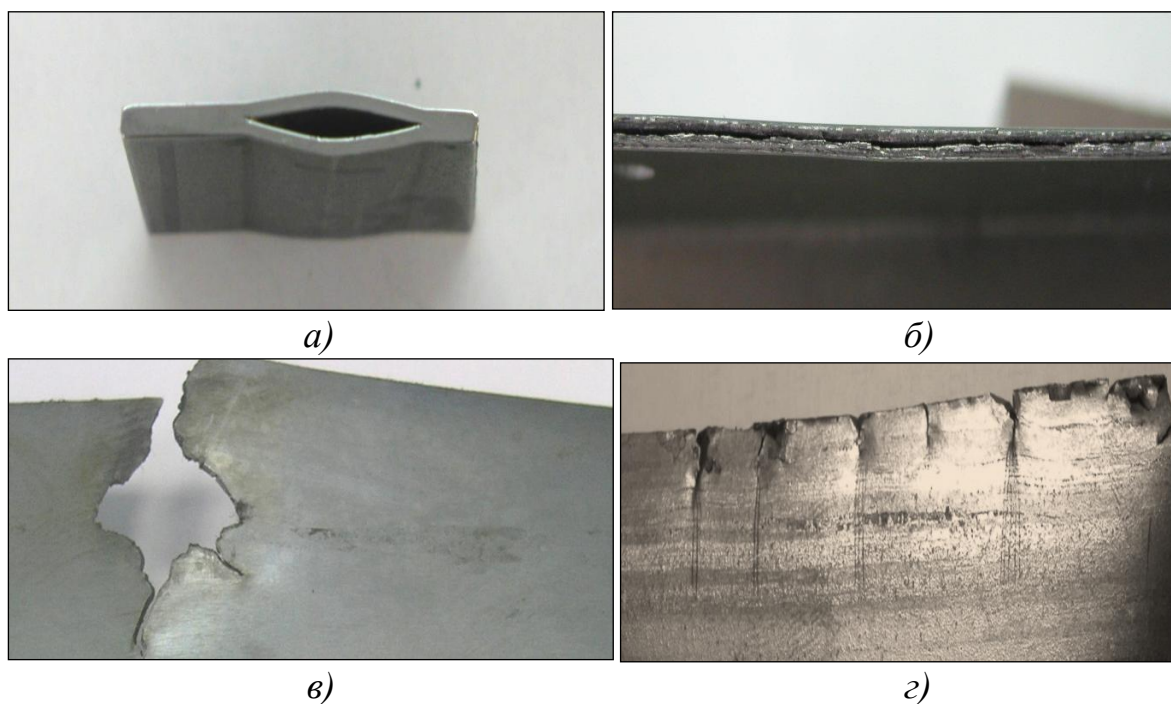


Рис. 1. Внешний вид дефекта

а) – пустоты; б) – волосовины; в) – плены; г) – рванина на кромках.

Целью работы является исследование влияния дефектов металлоконструкций на их несущую способность.

На сегодняшний день принято считать, что внутренняя среда любой металлоконструкции сплошная и однородная, но это теоретически, на самом же деле, в процессе выплавки, прокатки и транспортировки строительных металлоконструкций возникают и накапливаются дефекты, которые снижают эксплуатационные характеристики элементов металлических конструкций, что в свою очередь, может вызвать аварийный выход из строя этого элемента или всей конструкции. Существует тенденция к увеличению размеров сооружения,

что приводит к возрастанию количества элементов с разнообразными дефектами, которых, со временем становится все больше и больше. Что может привести к проявлению масштабного эффекта и разрушению всей конструкции. Примером может служить любая стержневая конструкция. Выход из строя одной из связей ведет к перераспределению напряжений и выходу из строя элемента, в котором были превышены предельно-допустимые напряжения [6]. Дефектность q в контролируемом элементе определяется следующей формулой

$$q = \frac{\sum \Delta S}{S_p}$$

где $\sum \Delta S$ – суммарная площадь дефектов; S_p – расчетная площадь контролируемого сечения.

Результаты и их анализ. Для изучения влияния дефектов на прочность элемента была построена и рассчитана модель металлической прямоугольной балки с поперечным сечением 20x100 мм (рис. 2).

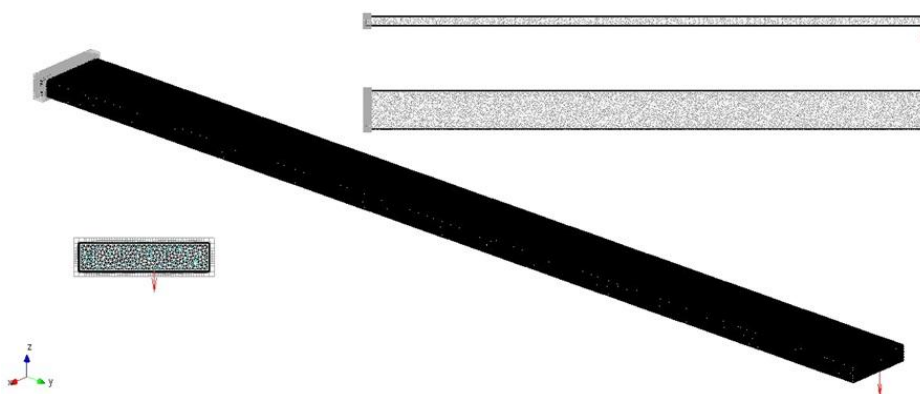


Рис.2 Модель балки

Для построения, разбивки сетки конечных элементов, и расчета использовался пакет автоматизированного проектирования APM Civil Engineering. Для моделирования дефектов были выбраны поры, которые представляют собой округлые пустоты, расположенные отдельными группами или цепочками внутри металла и на его поверхности. Возникают поры в процессе первичной кристаллизации.

Для моделирования были использованы балки длиной: 0,5; 1; 1,5 метра. При моделировании дефекты располагались в случайном порядке (рис.3). Материал модели – сталь Ст3пс. В конце балки была приложена сила, величина которой 3000 Н. Моделирование металлических балок разных длин проводилось для 3-х случаев. В первом – балка рассматривалась как модель с однородной сплошной средой, во втором, в качестве модели была использована балка с внутренними порами, а в третьем- с внешними дефектами (вмятины, коррозия, рванина и т. д.)

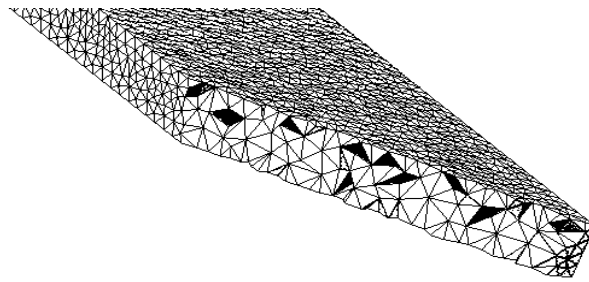
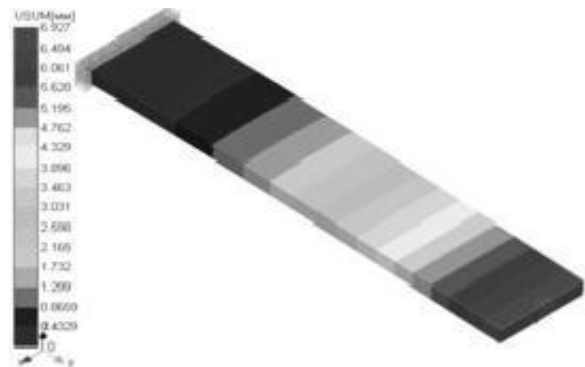
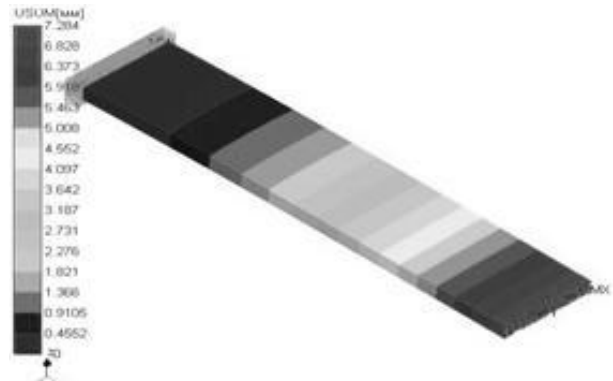


Рис. 3. Фрагмент балки с сеткой конечных элементов

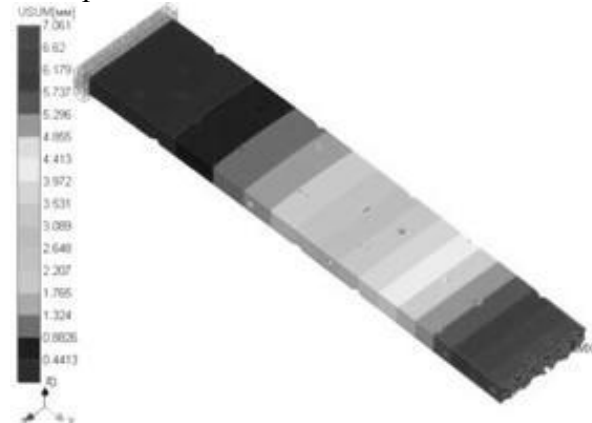
На рис. 4 показано моделирование на примере балки длиной 0,5 м.



а) Сплошная модель



б) Внутренние дефекты



в) внешние дефекты

Рис. 4. Карты напряжений и перемещений 0,5 м. балки

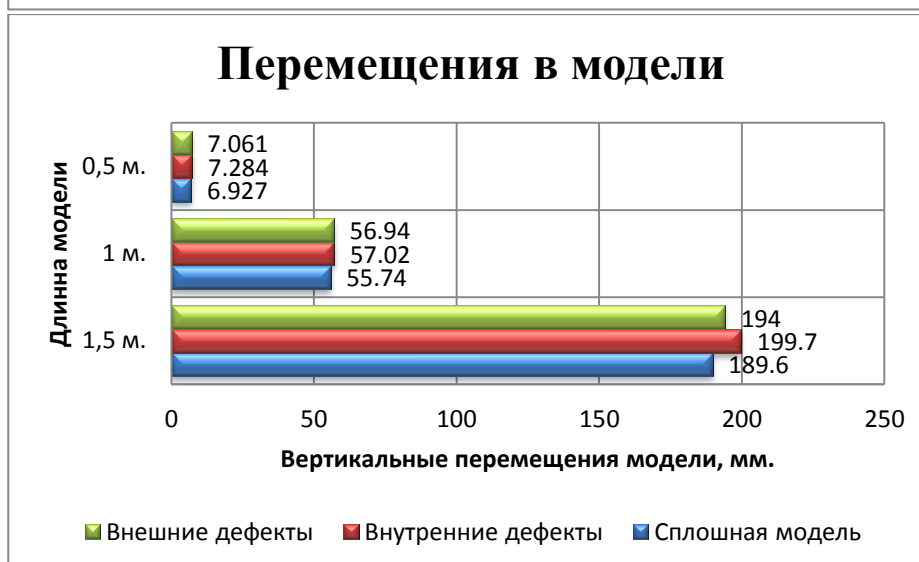
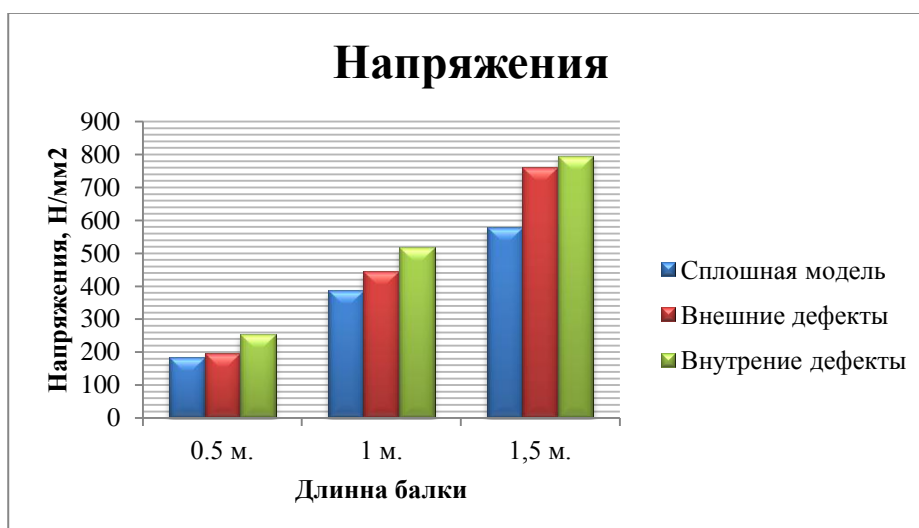
Результат испытаний показывает, что уменьшение объема металла на 0,86%, за счет несовершенства его структуры, ведет к значительному снижению несущей способности элемента. Увеличение напряжений модели составило 38,6%, а прогибов 5,3% при сравнении с балкой со сплошной средой.

В таблице 2 показаны напряжения и прогибы балок для всех трех случаев. Можно сделать вывод, что внутренние дефекты гораздо опаснее внешних.

Таблица 2

Напряжения и прогибы балок

Длина модели, м.	Напряжения модели, Н/мм ²			Прогибы модели, мм.		
	Сплош.	Внутр.	Внешн.	Сплош.	Внутр.	Внешн.
0,5	183,3	253,3	195,2	6,92	7,284	7,061
1	386,8	519	445	55,74	57,02	56,94
1,5	579,2	795	762,8	189,6	199,7	194



Выводы. Влияние дефектов на работоспособность элемента или конструкции определяется многими факторами. Оно зависит не только от

характера самого дефекта – его размеров, формы, расположения, но и от свойств материала, условий эксплуатации

Полученные результаты показывают, что в балках длиной 1,5 метра напряжения в 3 раза больше чем в балках 0,5 метра, а прогибы увеличились в 27 раз. Это говорит о том что, при увеличении длины элемента возможность накопления дефектов увеличивается, а несущая способность уменьшается. Изготовить бездефектную конструкцию практически невозможно, поэтому важно определить предельно допустимое число дефектов в конструкции

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Материаловедение и технология металлов / Г.П.Фетисов и др.; Под ред. Г.П.Фетисова. –М.: Высшая школа, 2000. –638 с.
2. Технология конструкционных материалов: Учебник для машиностроительных специальностей вузов / Под общ. ред. А. М. Дальского. –М.: Машиностроение, 2003. –512 с.
3. Савельев В.А. Теоретические основы проектирования металлических куполов: Автореферат диссертации доктора технических наук. – М.: 1995. – 40 с.
4. ГОСТ27.002-89*. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения. – М.: Госстрой СССР. – 32 с.
5. В.П. Расщупкин, М.С. Кобытов Дефекты металла, Омск, СибАДИ: 2006. – 35 с.
6. Иванова А.П. Живучесть и разрушение многоэлементных конструкций, материалы III международная научно – технической конференции «Техногенные катастрофы, модели, прогноз, предотвращения», Днепропетровск, НГУ, стр. 64- 73