

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ КРУЧЕНИЯ НА ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ СТАЛИ

*С. И. Пинчук, д. т. н., проф., В. Ф. Балакин д. т. н., проф., Д. Г. Тишкевич, асп.
Национальная металлургическая академия Украины*

Ключевые слова: структура, сталь, сдвиговая деформация, кручение, рекристаллизация, размер зерна, горячая деформация, разнотерность

Постановка проблемы. Основным фактором формирования структуры и свойств металлов является пластическая деформация в сочетании с температурным режимом обработки.

Исходным материалом для получения изделий необходимой формы методом обработки металлов давлением в горячем состоянии является слиток, обладающий большой неоднородностью структуры по величине и форме зерен, а также химической неоднородностью, обусловленной зональной и дендритной ликвацией. При горячей обработке слитка давлением происходит выравнивание (гомогенизация) химсостава, уплотнение литой структуры и разрушение первичных кристаллитов, а также рекристаллизация, позволяющая формировать структуру в виде равноосных зерен необходимых размеров. В процессе горячей обработки происходит одновременно разрушение зерен в результате деформации и зарождение новых зерен в результате рекристаллизации.

Следует подчеркнуть двойственность задач, стоящих перед обработкой металлов давлением:

- обеспечение необходимой формы изделия (это главная задача деформационной обработки);
- обеспечение регламентированной структуры (это главная задача получения требуемых эксплуатационных свойств).

В некоторых случаях эти задачи вступают в противоречие, ограничивая возможности процесса.

Структуру и механические свойства горячедеформированного металла определяют такие условия обработки как степень и скорость деформации, способ приложения нагрузки (непрерывный, когда нагрузка приложена в течение всего процесса деформации, или циклический, когда нагрузка чередуется с паузами), режим нагрева и скорость охлаждения после окончания деформации. Выбор способа и параметров горячей обработки имеет определяющее значение для решения задачи формирования структуры и свойств сталей. Так как свойства горячедеформированного металла при комнатной температуре – предел текучести, твердость, микротвердость – зависят от среднего размера зерен [1], то можно создать материал с улучшенными свойствами при контролируемых условиях деформации с получением определенного размера зерен, применяя, в частности, быстрое охлаждение после окончания деформации.

В промышленных условиях изменение условий обработки не всегда является возможным, особенно для крупногабаритных изделий. Снижение температуры, увеличение степени и скорости деформации возможно лишь для определенных размерных интервалов, связанных с существенным ростом усилия формоизменения. В этих условиях эффективным является использование сдвиговой деформации, особенно если она проводится без изменения формы и размеров. При прочих равных условиях усилие сдвига за счет касательных напряжений являются минимальными в процессе пластического течения материала.

Результаты исследований. Важной характеристикой при использовании сдвиговой деформации в технологических процессах является способ приложения нагрузки – непрерывный или циклический. В работах [2; 3] было изучено влияние каждого из способов на формирование структуры и свойств стали в процессе деформации. При этом образцы стали 08X18N10T подвергали кручению по различным режимам. Установили, что как непрерывная, так и циклическая деформация приводят к получению рекристаллизованной мелкозернистой структуры. Непрерывная деформация обеспечивает равномерную структуру стали со средним размером зерен 23 – 28 мкм после деформации при числе оборотов $n = 5,0 - 7,5$, что соответствует углу сдвига $\gamma = 1,38 - 1,44$ рад (рис. 1, а). Наличие пауз между деформационными циклами при циклической деформации сдвигает дорекристаллизационные процессы в область более высоких деформаций, задерживая их, а когда начинается первичная или собирательная рекристаллизация – способствует более интенсивному ее протеканию [3].

При малых паузах структура формируется в условиях динамического разупрочнения, в то время как при более длительных паузах разупрочнение преимущественно статическое. При различных режимах деформации и длительности пауз в процессе циклического кручения со статической компонентой разупрочнения установлено следующее:

- исходные крупные зерна с неоднородным распределением дислокаций сохраняются до более высоких общих деформаций, а именно до $n_{\Sigma} = 12,5$ оборота ($\gamma = 1,49$ рад), по сравнению с непрерывным режимом;
- при деформациях до $n_{\Sigma} = 12,5$ оборота в структуре стали сохраняются зерна со средним диаметром 20 – 30 мкм, окруженные ультрамелкими зернами диаметром 2 – 11 мкм;
- Крупнозернистая структура, образовавшаяся в результате вторичной рекристаллизации, наблюдается лишь в случае преимущественно статического разупрочнения. В непрерывном режиме такая структура вообще не обнаружена вплоть до разрушения образцов при $n_{\Sigma} = 22,5$ оборота ($\gamma = 1,53$ рад).

Таким образом, полностью рекристаллизованную структуру стали с величиной зерен 25 – 34 мкм можно получить при температуре 1 200°C с помощью непрерывной или циклической сдвиговой деформации, используя различные режимы и параметры деформирования (рис. 1, а – в). При этом, разрабатывая технологию получения регламентированной структуры слитков или готовых изделий с применением циклической деформации, целесообразно, прежде всего, наряду с оптимальной температурой устанавливать величину разовых деформаций, а уже затем подходить к выбору остальных параметров процесса – общей деформации, длительности пауз, способа охлаждения.

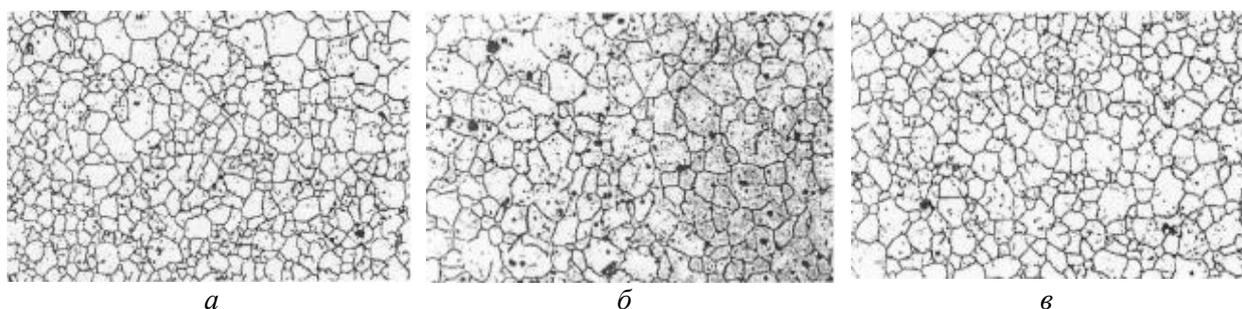


Рис. 1. Структура образцов стали 08X18N10T после горячей деформации кручением при:
 а – непрерывном режиме, $n = 5$ оборотов, $d = 25$ мкм; б – циклическом режиме, $n_{\Sigma} = 5$ оборотов: 10 циклов по 0,5 оборота с паузами 1,0 с, $d = 33,7$ мкм; в – циклическом режиме $n_{\Sigma} = 12,5$ оборота: 5 циклов по 0,5 оборота, затем 10 циклов по 1,0 обороту с паузами 0,5 с, $d = 32,7$ мкм

В зависимости от параметров деформации образуются структуры различной степени разнотерности. Различие формируемых структур обусловлено, в первую очередь, протекающими процессами динамической и статической рекристаллизации во время деформирования, а также способом охлаждения после деформации.

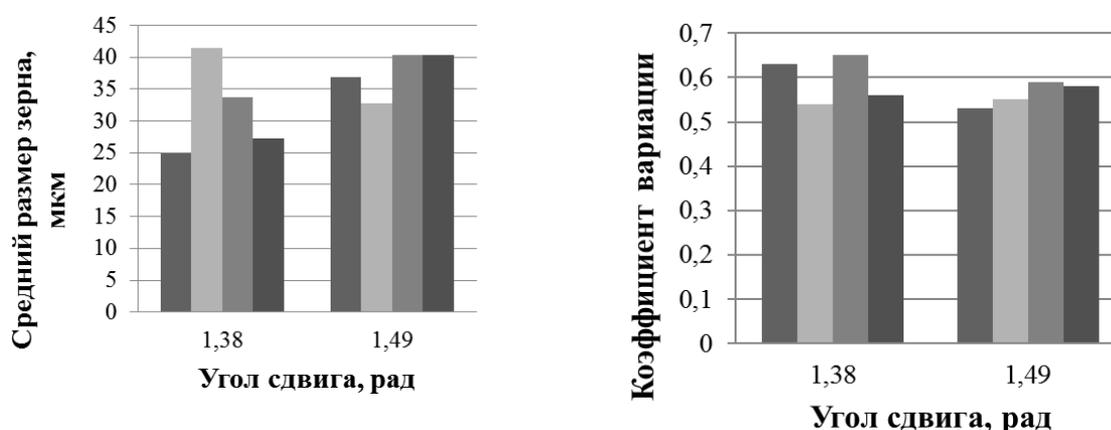


Рис. 2. Средняя величина зерен и степень разнотерности структуры стали после кручения в непрерывном режиме ■ и при различной длительности пауз, с: ■ 0,5; ■ 1; ■ 2

Как показано на рисунке 2, структура с наименьшим размером зерен образуется в процессе непрерывной деформации при $\gamma = 1,38$ рад. При этом наблюдается довольно высокая степень разнорзерности, которая с увеличением деформации до $\gamma = 1,44$ рад (7,5 об.) снижается (рис. 3). Скорость охлаждения не оказывает существенного влияния на сформированную структуру стали. Наличие пауз между циклами деформации при циклическом режиме деформирования приводит к росту зерен. При суммарной деформации $\gamma = 1,38$ рад существенный рост зерна наблюдается при уменьшении длительности пауз между деформационными циклами. При деформации $\gamma = 1,49$ рад – наименьшее зерно образуется при циклическом режиме с малыми паузами между деформационными циклами и растет с увеличением длительности пауз. Наименьшая степень разнорзерности наблюдается при минимальных паузах между деформационными циклами.

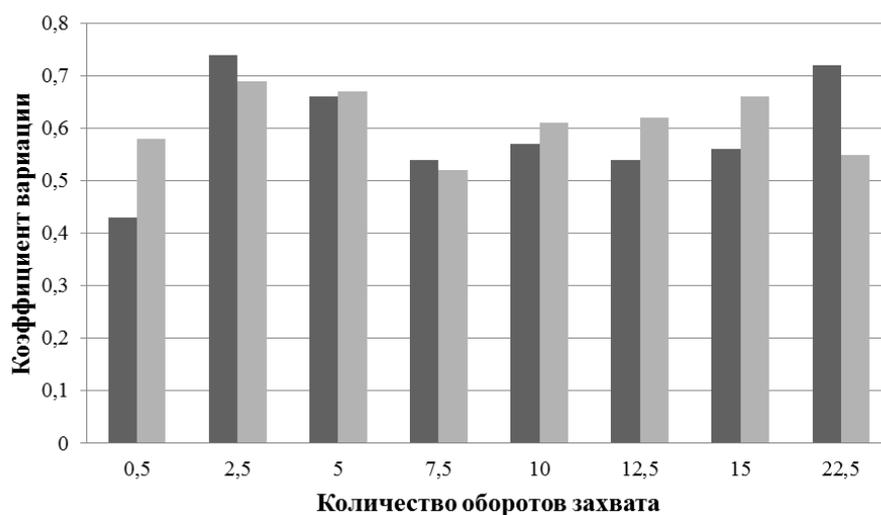


Рис. 3. Влияние скорости охлаждения в воде ■ и на воздухе ■ после непрерывного кручения на разнорзерность структуры стали

Таким образом, сдвиговая деформация при 5,0 – 7,5 оборота, т. е. 1,3 – 1,4 рад, приводит к полной рекристаллизации с формированием структуры стали со средним размером зерен 25 – 34 мкм. При этом разнорзерность структуры в объеме после рекристаллизации находится в допустимых пределах.

Выводы. 1. Сдвиговая деформация позволяет формировать мелкозернистую равномерную структуру стали. Это может быть актуально при подготовке слитков к прокату, либо непосредственно при прокатке стальных труб.

2. Основными параметрами сдвиговой деформации, обуславливающими протекание процессов рекристаллизации и приводящими к формированию структур стали с различной степенью разнорзерности, наряду с температурой являются степень разовых деформаций, степень суммарной деформации, длительность пауз между циклами деформирования и скорость охлаждения после деформации.

3. Как непрерывный, так и циклический режимы деформации обеспечивают формирование полностью рекристаллизованной структуры стали со средним размером зерен 25 – 34 мкм.

4. При непрерывном кручении эффективным режимом для формирования мелкозернистой структуры стали является деформация в 5,0 – 7,5 оборота, т. е. 1,38 – 1,44 рад. Средний размер зерен при таком режиме равен 23 – 28 мкм.

5. При циклическом кручении структура стали с размером зерен ~ 28 мкм формируется при деформации в 5,0 оборотов (1,38 рад) с паузами около 2 сек. между циклами. С уменьшением длительности пауз или увеличением степени деформации происходит рост зерен до 32 – 40 мкм.

6. Наименьшая разнорзерность при непрерывном режиме кручения наблюдается при деформации 7,5 оборота. Скорость охлаждения при этом слабо влияет на величину зерен.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Хоникомб Р. Пластическая деформация металлов. – М. : МИР, 1972. – 408 с.
2. Лезинская Е. Я. и др. Влияние степени сдвиговой деформации при кручении на

структуру стали / Е. Я. Лезинская, Л. Г. Ковалева, В. В. Перчаник, С. И. Пинчук, В. Ф. Балакин, Д. Г. Тишкевич // Изв. вузов. Черная металлургия. – 2013. – № 7. – С. 38 – 42.

3. **Лезинская Е. Я. и др.** Влияние времени междеформационных пауз и степени разовой деформации на формирование структуры стали в процессе циклического кручения / Е. Я. Лезинская, Л. Г. Ковалева, В. В. Перчаник, С. И. Пинчук, В. Ф. Балакин, Д. Г. Тишкевич // Вісник Придніпр. держ. акад. будівн. та архітект. – 2013. – № 9. – С. 4 – 10.

УДК 658.5

СУЧАСНИЙ СТАН, ДОСВІД І ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ РИНКУ ЖИТЛОВОЇ НЕРУХОМОСТІ

С. П. Броневицький, к. т. н.
КО «Інститут Генерального плану м. Києва»

Ключові слова: житлова нерухомість, доступне житло, іпотечне кредитування.

Постановка проблеми та її зв'язок із науковими і практичними завданнями. На сучасному етапі соціально-економічного розвитку України однією з головних проблем є неспроможність громадян придбати житло. Ціни на житло несумірні із заробітною платою, а проценти за кредитами занадто високі, тим більше, що кредитна система України не досить упорядкована. На сьогодні обсяги будівництва нового житла не відповідають сучасному рівню попиту на нього, до того ж ціни на нове житло є доволі високими навіть для українців із рівнем доходу вищим за середній. Ще однією проблемою є необхідність реконструкції застарілого житлового фонду, його капітального ремонту чи заміни. При цьому кошти на оновлення житлового фонду місцевими бюджетами не виділяються. Отже, існує об'єктивна потреба в будівництві доступного житла, що відповідає основним положенням Закону України від 25.12.2008 р. № 800-IV «Про запобігання впливу світової фінансової кризи на розвиток будівельної галузі та житлового будівництва», постанови Кабінету Міністрів України від 11.11.2009 р. № 1249 «Державна цільова соціально-економічна програма будівництва (придбання) доступного житла на 2010 – 2017 роки», постанови Кабінету Міністрів України №3 43 від 25.04.2012 р. «Про затвердження Порядку здешевлення вартості іпотечних кредитів для забезпечення доступним житлом громадян, які потребують поліпшення житлових умов» [1; 2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Методам обґрунтування техніко-економічних показників інвестиційно-будівельних проектів на всіх етапах організаційно-технологічного проектування приділяється особлива увага, оскільки врахування впливу ймовірного характеру визначальних факторів підвищує надійність ухвалюваних рішень [5; 6].

Отже, у нинішній час, зважаючи на потреби суспільства, розвиток інвестиційної діяльності та напрям державної політики, виконання дослідження з визначення та обґрунтування тривалості і вартості зведення доступного житла в умовах ущільненої міської забудови безперечно потребує подальших наукових досліджень.

Метою статті є аналіз сучасного стану, досвіду і проблем розвитку ринку житлової нерухомості для обґрунтування доцільності подальших наукових досліджень щодо прогнозування техніко-економічних показників проектів будівництва доступного житла в умовах ущільненої міської забудови.

Виклад матеріалу. Україна належить до високоурбанізованих країн світу, її населення на початку XXI століття становило близько 50 млн осіб, у тому числі міського близько 34 млн осіб (68 %) і сільського – 16 млн осіб (32 %). Територія зони високої урбанізації перевищує 35 % і характеризується середньою щільністю заселення понад 150 осіб на квадратний кілометр.

Житлова проблема є однією з найгостріших в Україні.

Згідно з [3; 4; 6], середньостатистична забезпеченість житлом в Україні становить 23 м² загальної площі на особу (житлової площі – 15 м²), тоді як у більшості європейських країн на особу припадає в 2,5 – 3 рази більше житлової площі. Щороку в Україні збільшується показник забезпеченості житловою площею, але це відбувається не лише за рахунок уведення в експлуатацію нового житла, а передусім за рахунок зменшення чисельності населення.

Із наведених даних можна зробити висновок, що велика кількість громадян України живе у недостатньо комфортних умовах. Нині перед державою стоїть серйозне завдання – створити