

ВЛИЯНИЕ КАРБИДНОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ НА СОПРОТИВЛЕНИЕ УДАРНО-УСТАЛОСТНОМУ РАЗРУШЕНИЮ ВЫСОКОХРОМИСТЫХ ШТАМПОВЫХ СТАЛЕЙ

В. В. МОРОЗОВА, Г. В. ТОПОРОВ

(Представлена научным семинаром механического факультета Томского инженерно-строительного института)

Известно, что для изготовления вырубных штампов используются ледебуритные высокохромистые стали типа X12, X12Ф, структура которых отличается присутствием значительного количества карбидов. Карбидная неоднородность, оказывая влияние на свойства этих сталей, определяет в значительной степени служебные качества изделий. Замечено, что направление волокон по отношению к прилагаемой нагрузке оказывает существенное влияние на прочность изделий из указанных сталей.

Штампы в процессе эксплуатации испытывают ударную циклическую нагрузку. Следовательно, долговечность их определяется сопротивлением ударно-усталостному разрушению сталей, из которых они изготавливаются.

Отсутствие данных о сопротивлении разрушению при ударной циклической нагрузке этих сталей в зависимости от степени карбидной неоднородности и направления волокон не позволяет выработать критерии пригодности поковок и проката для изготовления штампов. Ориентация же на данные, полученные при плавном (неударном) циклическом нагружении, может привести к существенным ошибкам, вследствие различия в поведении материала при неодинаковой скорости деформации, вызванной плавным и ударным нагружением.

При исследовании влияния карбидной неоднородности на сопротивление ударно-усталостному разрушению необходимо было изготовить образцы, имеющие одинаковый химический состав, но различающиеся карбидной неоднородностью. Для изготовления образцов использовался прокат диаметром 150 мм из стали X12. Прокат такого диаметра имеет неодинаковую карбидную неоднородность по сечению. Образцы нами вырезались в направлении проката из поверхностных слоев, на расстоянии 0,5 радиуса и из средней части. Структура образцов изображена на рис. 1.

Для исследования влияния направления волокон на сопротивление ударной усталости вырезались образцы таким образом, что направление оси образца было перпендикулярным направлению волокон. Микрофотографии этих образцов приведены на рис. 2.

Карбидную неоднородность образцов, вырезанных в различных местах, можно охарактеризовать по шкале ГОСТ 5932-51 для быстрорежущих сталей следующим образом: образец *a* (рис. 1) — 5 баллов, *b* — 7 баллов, *в* — 8 баллов.

Сравнивая микрофотографии продольных и поперечных шлифов (рис. 1, 2), видим, что карбидная неоднородность на продольных шли-

фах выражена более отчетливо. Следовательно, оценку карбидной неоднородности следует делать по продольным шлифам.

Испытывались образцы цилиндрической формы диаметром 8 мм, длиной 80 мм.

Термическая обработка и твердость образцов приведены в табл. 1.

Испытание образцов на ударную усталость проводилось на машине конструкции проф. А. И. Лампси и инж. В. Н. Полюбина. Образцы, установленные на опорах испытательной машины, подвергались сосредоточенной нагрузке по схеме одностороннего изгиба с частотой 500 ударов в минуту. Энергия единичного удара подсчитывалась по формуле, предлагаемой Л. Т. Тимошук [1]. Напряжения, возникающие в образцах при ударных испытаниях, определялись по известным формулам со-

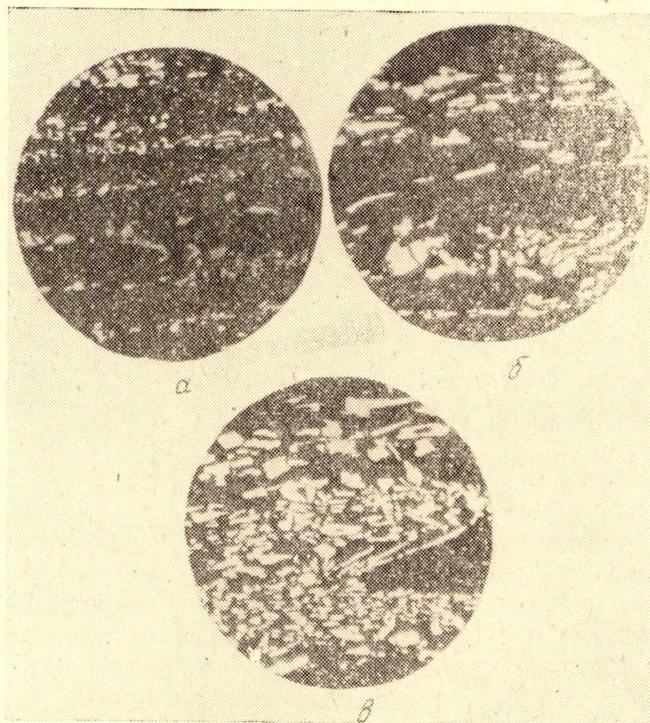


Рис. 1. Карбидная неоднородность стали X12 в прокате диаметром 150 мм (продольные шлифы) $\times 300$; а — образца, вырезанного от края; б — то же, на расстоянии 0,5 радиуса; в — то же, но из середины проката

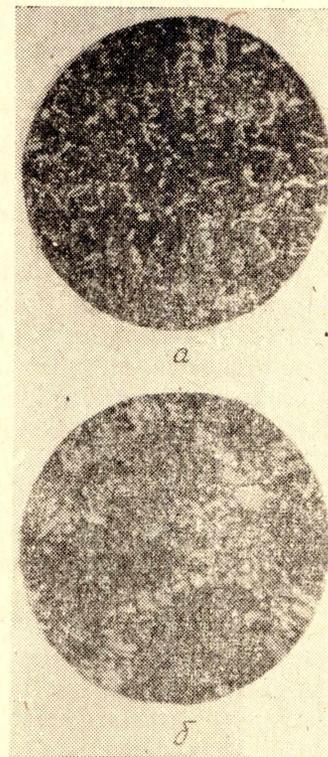


Рис. 2. Карбидная неоднородность стали X12 в прокате диаметром 150 мм (поперечные шлифы) $\times 300$; а — образца, вырезанного на расстоянии 0,5 радиуса; б — то же, но из середины проката

противления материалов. Ю. Г. Быстровым [2] показано, что в этом случае напряжения, определенные экспериментально, имеют хорошее совпадение с расчетными.

В качестве характеристики для оценки результатов испытания была принята величина ограниченной долговечности, полученная при испытании 4—5 образцов при каждом уровне нагружения. Результаты испытаний образцов в виде графической зависимости логарифма числа ударов до разрушения от величины напряжения приведены на рис. 3.

Из полученных результатов видно, что образцы из стали X12 после закалки и низкого отпуска с поперечным расположением волокон обладают значительно меньшим сопротивлением разрушению при

ударном циклическом нагружении по сравнению с образцами с продольным расположением волокон.

Особенно низким сопротивлением ударно-усталостному разрушению обладают образцы с поперечным расположением волокон и высоким баллом карбидной неоднородности.

Таблица 1

| Термическая обработка | Твердость <i>HRC</i> | Микротвердость структурных составляющих | |
|--|-------------------------|---|----------------------|
| | | карбидов | твердого раствора |
| Закалка в масле, после нагрева до 1000—1040°C, отпуск при температуре 180° | 61 | 1200 | 635 |

Полученные нами результаты по влиянию карбидной неоднородности на сопротивление ударно-усталостному разрушению штамповых

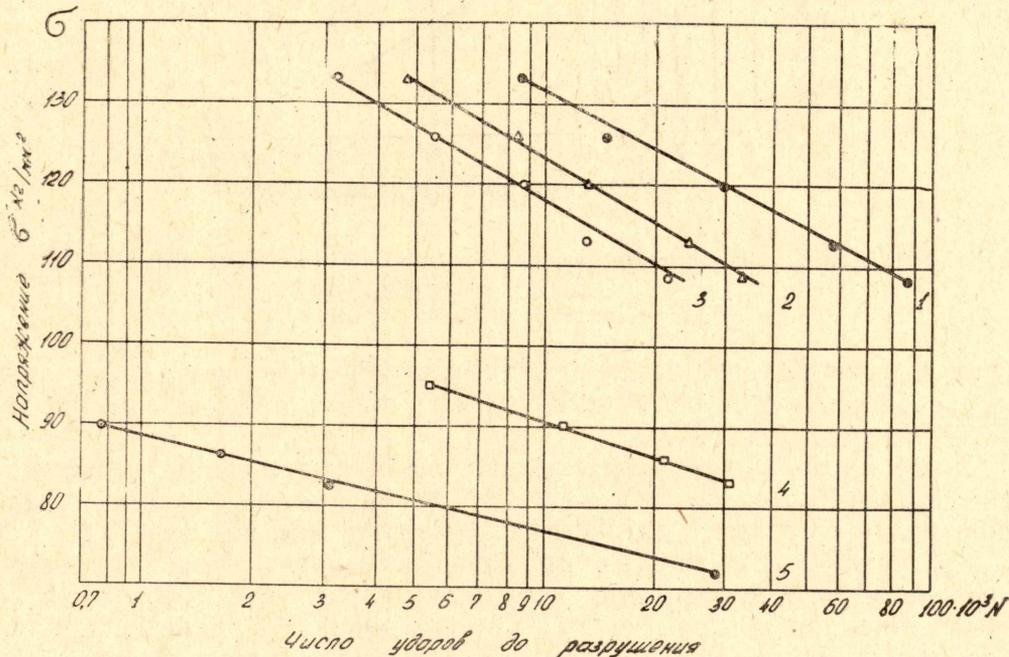


Рис. 3. График зависимости между циклической долговечностью и напряжением: 1 — продольных образцов, вырезанных от края проката; 2 — то же, на расстоянии 0,5 радиуса; 3 — то же, но из средней части; 4 — поперечных образцов, вырезанных на расстоянии 0,5 радиуса; 5 — то же, но из средней части

сталей качественно согласуются с данными по стойкости штамповых сталей, приведенными в работе [3].

Известно, что при ударно-усталостных испытаниях гладких образцов из конструкционных сталей сопротивление разрушению выше, чем при статическом циклическом нагружении.

Для образцов с надрезом наблюдается обратное соотношение: сопротивление разрушению при ударно-циклическом нагружении ниже, чем при плавном циклическом нагружении [4].

Для штамповых сталей, учитывая их структуру и склонность к хрупкому разрушению, можно предполагать, что сопротивление их ударно-усталостному разрушению будет не выше, чем при плавном нагружении.

Выполненные нами испытания образцов с надрезом из стали X12 при ударном и плавном циклическом нагружении, результаты которых приведены на рис. 4, показали, что сопротивление разрушению при ударных циклических нагрузках значительно ниже, чем в случае плавного циклического нагружения.

Таким образом, выполненные нами исследования позволяют сделать некоторые выводы:

1. Карбидная неоднородность у штамповых сталей оказывает существенное влияние на сопротивление ударно-усталостному разрушению. Приведенные данные, полученные в результате испытаний,

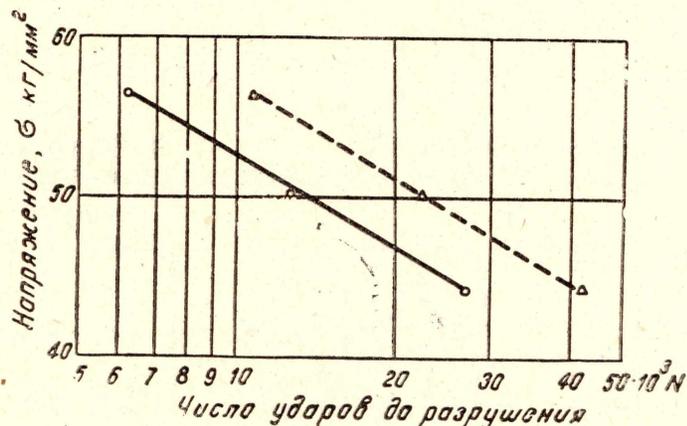


Рис. 4. Усталостные кривые надрезанных образцов из стали X12 (отпуск 160—180°)
 ————— ударная усталость;
 - - - - - обычная усталость

могут быть использованы для количественной оценки влияния карбидных неоднородностей на служебные свойства сталей в готовых изделиях — штампах.

2. Неблагоприятное расположение волокон в изделиях из штамповых сталей по отношению к прилагаемой нагрузке может снизить сопротивление ударно-усталостному разрушению на 30—35%.

3. Служебные качества штамповых сталей следует определять испытанием на сопротивление ударно-усталостному разрушению. Использование данных, полученных при испытании с плавным приложением нагрузок, может быть допущено только в случае, если штампы имеют простую форму при отсутствии значительных концентраторов напряжений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Л. Г. Тимошук. «Заводская лаборатория», № 5, 1952.
2. Ю. Г. Быстров. «Заводская лаборатория», № 6, 1964.
3. Ю. А. Геллер, А. Э. Паварас. «Кузнечно-штамповочное производство», № 6, 1963.
4. С. В. Толкачник. Изв. АН СССР, отдел технических наук, № 5, 1958.