

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ЛИТЫХ БЫСТРОРЕЖУЩИХ СТАЛЕЙ

Г. В. БЫЧКОВ, В. П. САБУРОВ

(Представлена профессором доктором А. Н. Добровидовым)

Фазовые и структурные превращения в металлах и сплавах, происходящие при кристаллизации и охлаждении, во многом определяют свойства получаемых отливок. Характер кривых охлаждения, зависимость электрических свойств от фазового и структурного состояния сплавов позволяют решать ряд научных и практических задач металлургии экспериментальным путем.

В процессе кристаллизации и охлаждения происходят объемные и линейные изменения размеров отливки. Величина усадки зависит от рода сплава и технологических факторов. Она вызывает в металле внутренние напряжения и образование усадочных раковин в отливке. Методов расчета усадки в зависимости от химического состава сплавов не существует.

Поэтому изучение физических и технологических свойств имеет большое значение при разработке новых составов сплавов и технологических процессов литья.

Целью данной работы являлось изучение свойств литых быстрорежущих сталей с присадкой алюминия. Металл заливался в сухую литейную форму, образующую цилиндрический образец. В процессе охлаждения образца автоматически записывались кривые: охлаждения, электросопротивления и линейной усадки. Сталь плавилась в индукционной печи, в кислом тигле. Вес плавки 7 кг. Выпуск металла из печи в ковш производился при температуре 1580—1600°. Температура металла при заливке формы 1530—1550°. Контроль температуры металла производился термопарой погружения. Алюминий вводился в ковш перед заливкой формы.

Для исследования были выбраны стали со средним (типа Р9) и высоким (типа Р18) содержанием вольфрама. Содержание углерода было повышено до 1,0%. В оба состава сталей алюминий вводился из расчета от 0,1—0,15 до 1,5—1,7%.

В основу установки положен метод, описанный в работе [1]. Однако основная часть установки была изменена и дополнена. Схема установки представлена на рис. 1 и состоит из двух частей. По раме 1 на шарикоподшипниках перемещается карета 2. Опорные подшипники предохраняют карету от бокового смещения. Рама размером 180×650 мм сварена из уголка. Ход каретки 25 мм.

На каретку ставится сухая форма 3 длиной 600 мм. Сквозной цилиндрический канал формы диаметром 30 мм закрывается с обеих сторон медными водоохлаждаемыми пробками. Пробка 4 неподвижна и жестко крепится к раме 1, а пробка 9, соединенная со штоком 10, подвижна и может перемещаться. Литник, установленный в центральной части формы, выполняет роль прибыли.

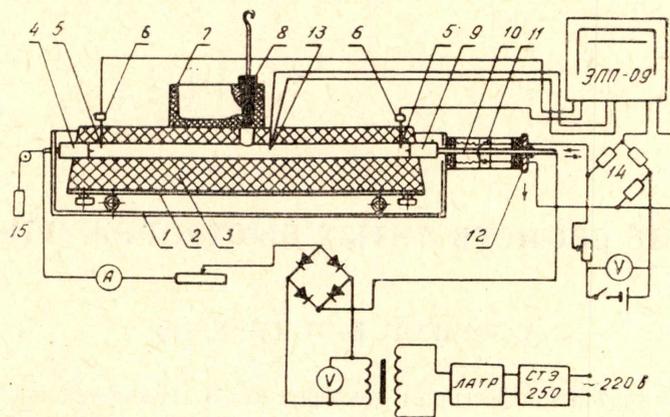


Рис. 1.

Заливка порции металла производится в литниковую чашу 7. Вертикальный канал литниковой чаши первоначально перекрывается графитовой пробкой 8. При заливке графитовая пробка вырывается и металл поступает в полость формы. Применение такой литниковой системы обеспечивает постоянство напора и предохраняет от попадания шлака в полость формы.

В верхней части форма имеет три отверстия. В одно из них вводится платино-платинородиевая термопара 13 с кварцевым наконечником диаметром 3 мм, а в два других устанавливаются контакты 5.

Запись кривых температуры, электросопротивления и усадки производится на ленте самопишущим электронным потенциометром ЭПП-09.

Для измерения и записи электросопротивления использована схема амперметра-вольтметра. Переменный электрический ток пропускается через стабилизатор типа СТЭ-250, ЛАТР, понижающий трансформатор (250/6 в), выпрямитель и реостат. Контроль вторичного напряжения трансформатора и величины выпрямленного тока осуществляется включенными в схему приборами.

Полученный постоянный ток подается на зажимы водоохлаждаемых пробок 4 и 9 и через ввернутые в их торцы разовые контакты (медные шпильки диаметром 5 мм) проходит по залитому в форму металлу. Выступающие из пробок концы разовых контактов металла надежно свариваются с металлом залитого в форму образца. Конструкция водоохлаждаемых медных пробок с ввернутыми разовыми контактами обеспечивает стабильность показаний независимо от температуры залитого в форму.

Падение напряжения на концах образца снимается контактами 5 в виде тонкой железной проволоки диаметром 1 мм, соединенных с медными проводами через холодильники 6. Применение холодильников устранило возможность возникновения термоэдс паразитных пар, появляющихся при нагреве проволочных контактов.

Изменение линейных размеров образца записывается с помощью датчика линейных перемещений. Датчик выполнен в виде неуравновешенного моста сопротивлений 14, с двойным реохордом. Подвижные

контакты реохорда *11* жестко связаны со штоком *10*, который перемещается в направляющих, выполненных из диэлектрика. Применение такой схемы позволило получить разбаланс моста в *16* милливольт при перемещении контакта реохорда на *4* мм.

Расстояние между пробками и начало записи устанавливаются при помощи падающей пластинки *12*. Вследствие предусадочного расширения образец увеличивается; подвижная пробка *9* и шток *10*, преодолевая натяжение груза *15*, сдвигаются вправо, и пластинка *12*, фиксирующая начало отсчета, падает. В зависимости от величины линейной усадки подбирается размер пластинки и, соответственно, переменными сопротивлениями устанавливается чувствительность датчика.

На рис. 2 приведены кривые: *I* — охлаждения, *II* — электросопротивления, *III* — изменения линейных размеров образцов из стали типа Р18 а) без алюминия и б) с 0,5% алюминия. На рис. 3 приведены кривые аналогичных плавков из стали типа Р9.

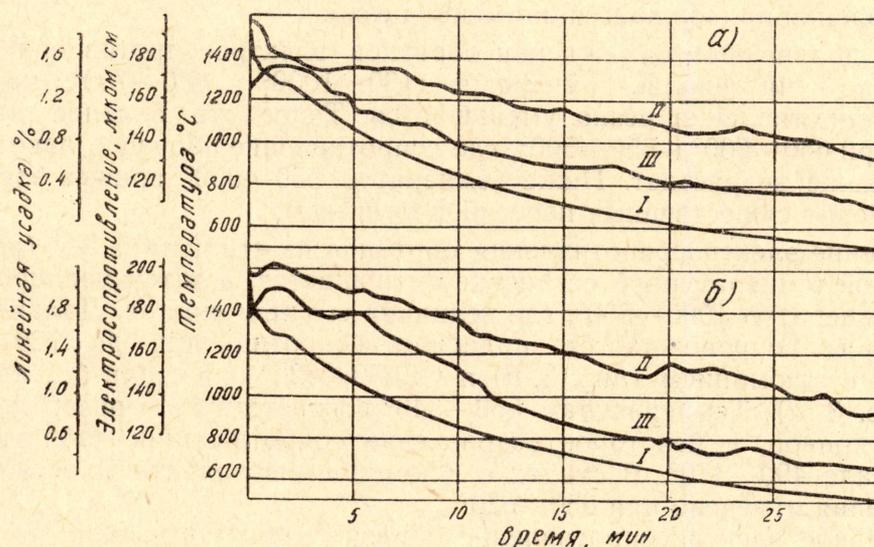


Рис. 2.

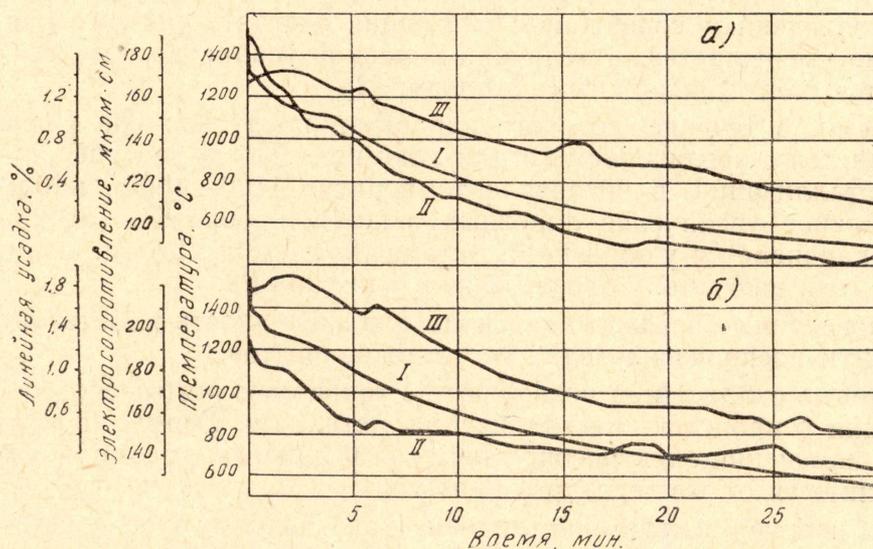


Рис. 3.

Анализ полученных кривых охлаждения показывает, что кристаллизация залитого в форму металла происходит при значительном переох-

лаждении. На кривых охлаждения всех образцов плавок имеются два перегиба, соответствующих температурным остановкам. Первый перегиб соответствует температурам 1380—1370°, второй — 1270—1250°. Температурные остановки отмечены на 1 и 2 минутах после заливки металла в форму.

У образцов из стали типа Р9 без алюминия (рис. 3, а) вторая температурная остановка соответствует 1120° и зафиксирована значительно позднее — на 4 минуте после заливки формы.

После второй температурной остановки кривые охлаждения всех образцов перегибов не имеют, перепад температур в единицу времени уменьшается, кривые имеют плавный характер.

Удельное электросопротивление образцов из сталей типа Р18 с алюминием (рис. 2, б) после некоторого падения возрастает, что соответствует по времени вторым температурным остановкам на кривых охлаждения. У образца из стали без алюминия (рис. 2, а) снижение электросопротивления продолжается, но менее резко.

При дальнейшем охлаждении образцов электросопротивление снижается, но в интервалах температур 1100—1000° и 800—750°, падение электросопротивления резко уменьшается. Такое же явление наблюдается при 650—600° и 550—500°, где сопротивление образцов некоторых плавок даже возрастает. Ниже температур 550—500° кривые электросопротивления существенных перегибов не имеют.

Падение электросопротивления образцов из стали типа Р9 (рис. 3) при второй температурной остановке уменьшается, а затем увеличивается до температур 1000—900°, где величина его не меняется. Дальнейшее охлаждение сопровождается падением сопротивления до 720—700° в сталях с алюминием (рис. 3, б) и до 630—620° — в стали без алюминия (рис. 3, а). Температуре 560—540° соответствует горизонтальный участок кривой, и некоторое возрастание сопротивления наблюдается в интервале 490—470°. В сталях с алюминием возрастание электросопротивления отмечено при 650—620°.

Удельное электросопротивление образцов при комнатной температуре возрастает с увеличением содержания алюминия в сталях.

Запись кривых изменения линейных размеров образцов показывает, что с увеличением содержания алюминия в сталях предсадочное расширение уменьшается, а величина линейной усадки возрастает. Это согласуется с опубликованными данными [2].

Время, в течение которого нарастает предсадочное расширение, сокращается с увеличением в стали алюминия. После завершения процесса кристаллизации, в интервале температур 1100—1000°, наблюдается значительное увеличение линейных размеров образцов всех плавок. Оно заканчивается у образцов из стали типа Р18 на 5 мин. после заливки формы и на 6 мин. у образцов из стали типа Р9.

Проведенные исследования показали надежность работы установки и хорошую воспроизводимость результатов опытов.

Кривые охлаждения позволяют не только получить некоторые представления о процессе кристаллизации металла в форме, но и рассматривать изменения электросопротивления и линейных размеров образцов в зависимости от температуры и времени.

Повышение электросопротивления на отдельных этапах охлаждения, по-видимому, не может быть объяснено только состоянием твердого раствора и количественным перераспределением фаз. Электросопротивление является структурно-чувствительным свойством, зависящим от взаимного расположения структурных составляющих. Поэтому этот вопрос требует дальнейших исследований.

Изменение линейных размеров, как и изменение электросопротивления, характеризует внутренние превращения, у которых объемный эффект значительно заметнее, чем термический. Линейная усадка должна учитываться при проектировании технологических процессов отливки режущих инструментов.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. П. Чернобровкин. Сб. «Развитие ваграночного процесса». Машгиз, 1961.
 2. Б. Г. Лившиц. Физические свойства металлов и сплавов. Машгиз, 1959.
-