

И. М. ОСТРОВСКИЙ,
Э. И. ВРЖАЩ
кафедра технологии металлов

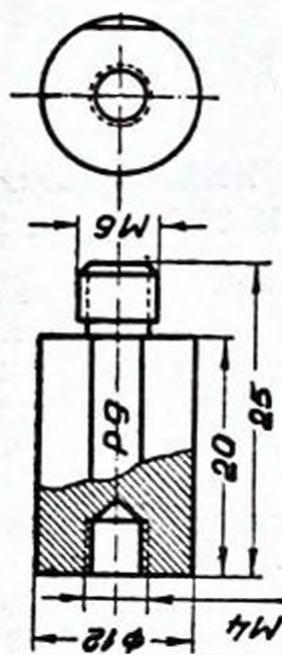
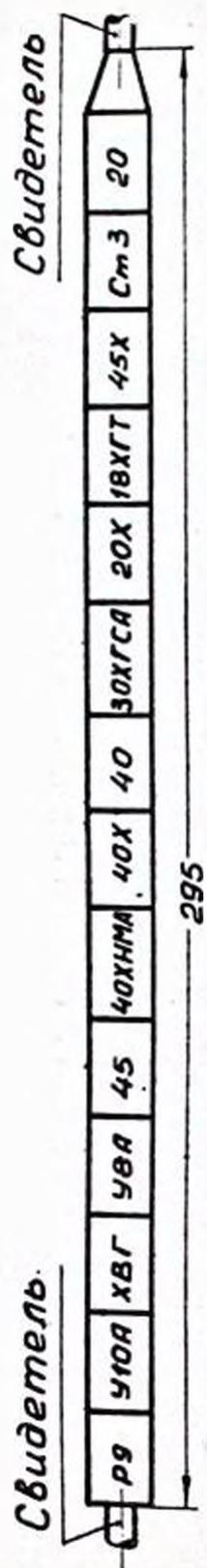
ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА СТАЛИ НА ХАРАКТЕР И СВОЙСТВА ЦИАНИРОВАННОГО СЛОЯ

При изготовлении различных изделий, от которых требуются высокая износостойчивость, выбор марок сталей и соответствующих технологических процессов поверхностного упрочнения не всегда бывает достаточно обоснован как с экономической, так и с эксплуатационной точек зрения.

При выборе сталей для химико-термической обработки и, в частности, для высокотемпературного газового цианирования необходимо учитывать кроме прочностных и технологических свойств сталей, также и соответствующие качества полученного слоя требованиям эксплуатации.

Мнения различных авторов о влиянии температуры процесса, его длительности и химического состава стали на свойства цианированного слоя, весьма различны.

Одни [1] считают, что марка стали на характере цианированного слоя не отражается. Другие же [2; 3] утверждают, что состав стали оказывает значительное влияние на диффузию углерода и азота в сталь в процессе цианирования. Мы поставили задачу попытаться выяснить влияние химического состава стали и времени выдержки на структуру и свойства цианированного слоя при постоянной температуре процесса.



Фиг. 1. Сборный стержень для цианирования.

Методика исследований

Для исследований были взяты следующие марки сталей: 20; Ст. 3; 18ХГТ; 20Х; 30ХГСА; 40; 40Х; 40ХНМА; 45; 45Х; У8А; У10А; ХВГ; Р9.

Всего проведено 5 процессов при температуре 850° и длительностью в 1, 2, 3, 4 и 5 часов.

Температура пиролиза — 850°; количество подаваемого цементующего газа — 3 лит/мин; аммиака — 1 лит/мин.

В соответствии с этим было изготовлено 70 образцов, которые и подвергались обработке газовым цианированием. С целью обеспечения относительно равных условий процесса для сталей различных марок образцы изготавливались таким образом, чтобы каждый из них мог навинчиваться друг на друга, образуя один сборный стержень, состоящий из 14 образцов различных марок сталей (фиг. 1).

Образцы во всех случаях навинчивались в строго определенном порядке.

Эксперименты велись на горизонтальной печи, конструкции «ИСХИ-2» [4].

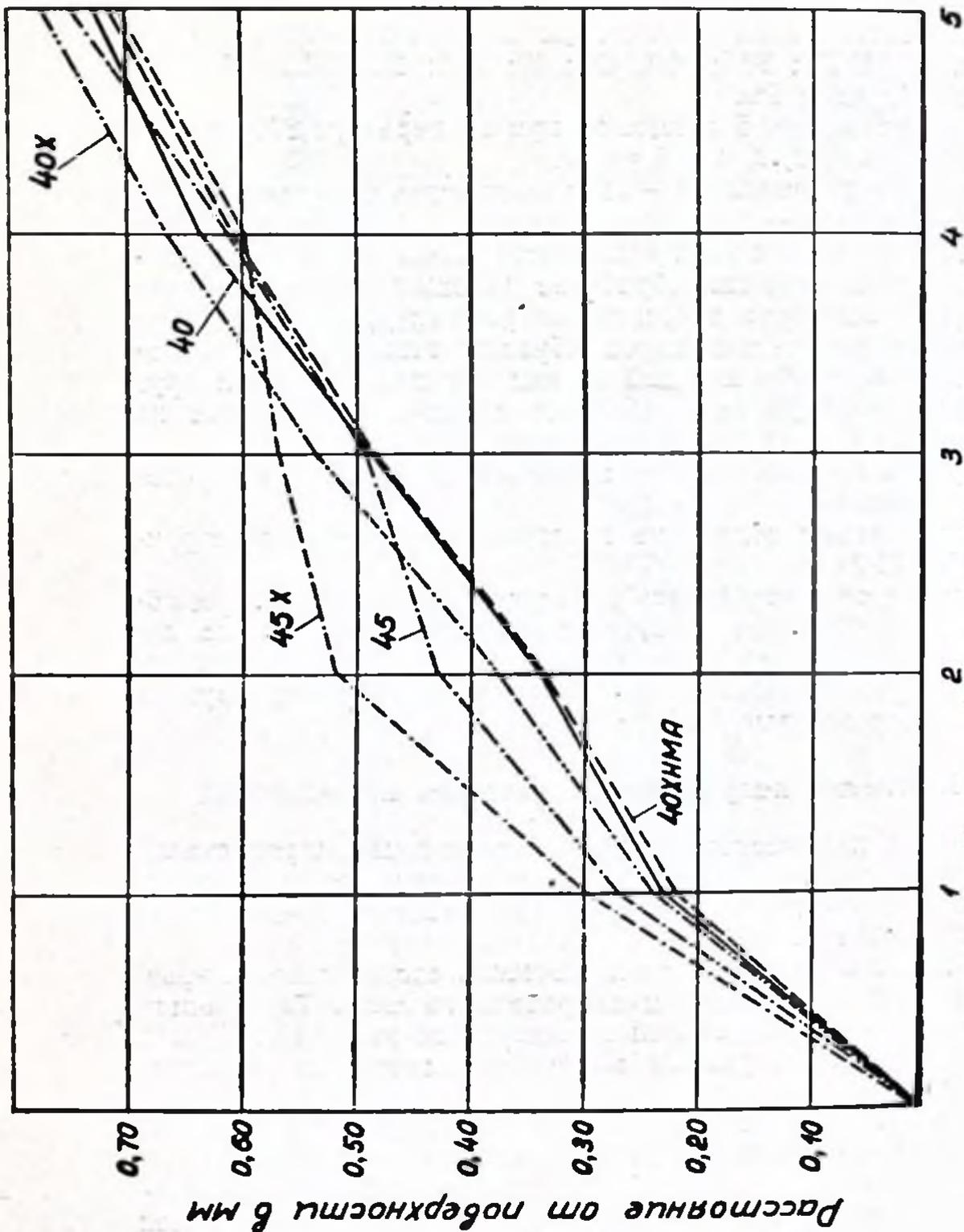
Закалка осуществлялась непосредственно в воду. Из обработанных образцов изготавливались микрошлифы, на которых и проводились исследования. Микротвердость замерялась на приборе ПМТ-3, при нагрузке на пирамиду груза в 100 г., через каждые 0,05 мм.

Обсуждение полученных результатов исследований

Влияние химического состава исследуемых марок сталей на глубину цианированного слоя, при температуре процесса 850°, в зависимости от его продолжительности представлено на фигурах 2 и 3.

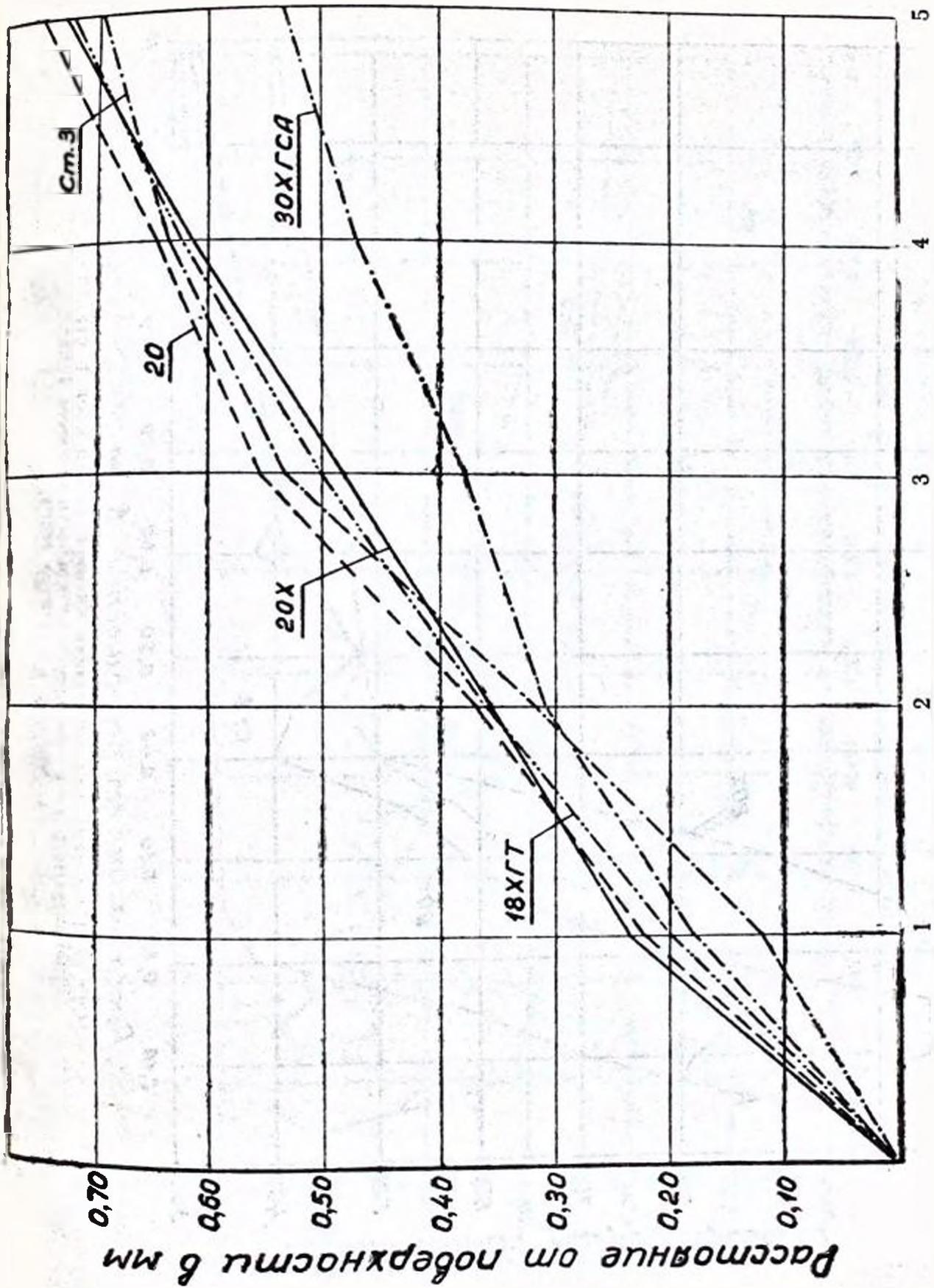
Кривые показывают, что химический состав стали по-разному влияет на глубину цианированного слоя. Так, например, у легированных сталей цементуемого типа, 18ХГТ, 20Х глубина слоя, при равных выдержках, оказалась меньшей, чем у стали 20.

У легированных же среднеуглеродистых сталей 40Х; 45Х глубина слоя была получена несколько большей, чем у углеродистых сталей 40 и 45. Также установлено, что наибольшей скоростью роста глубины цианированного слоя (0,270 мм/час) обладает сталь 45Х. Однако, при увеличении времени выдержки свыше 2-х часов скорость его роста зна-

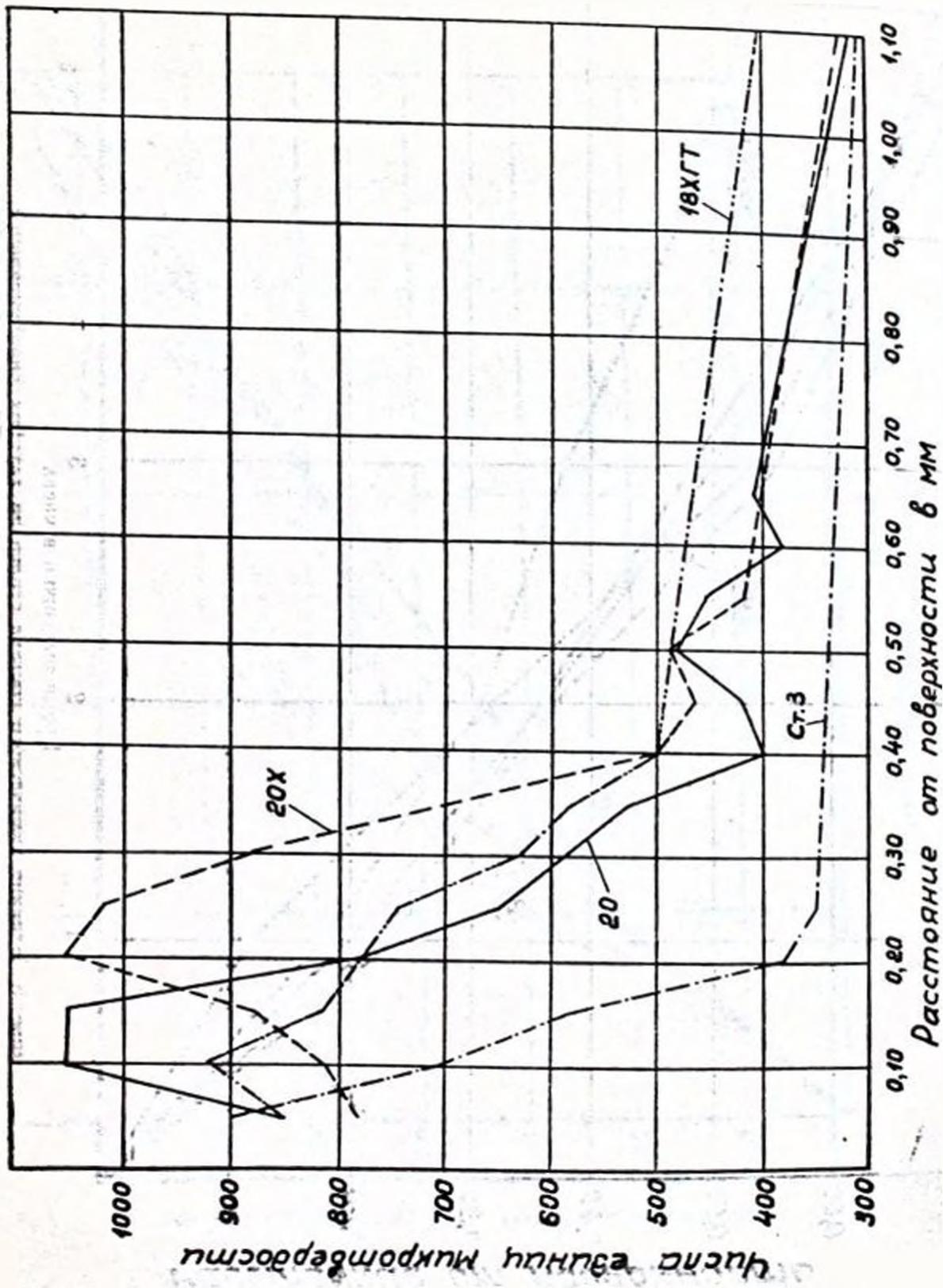


Время выдержки в часах

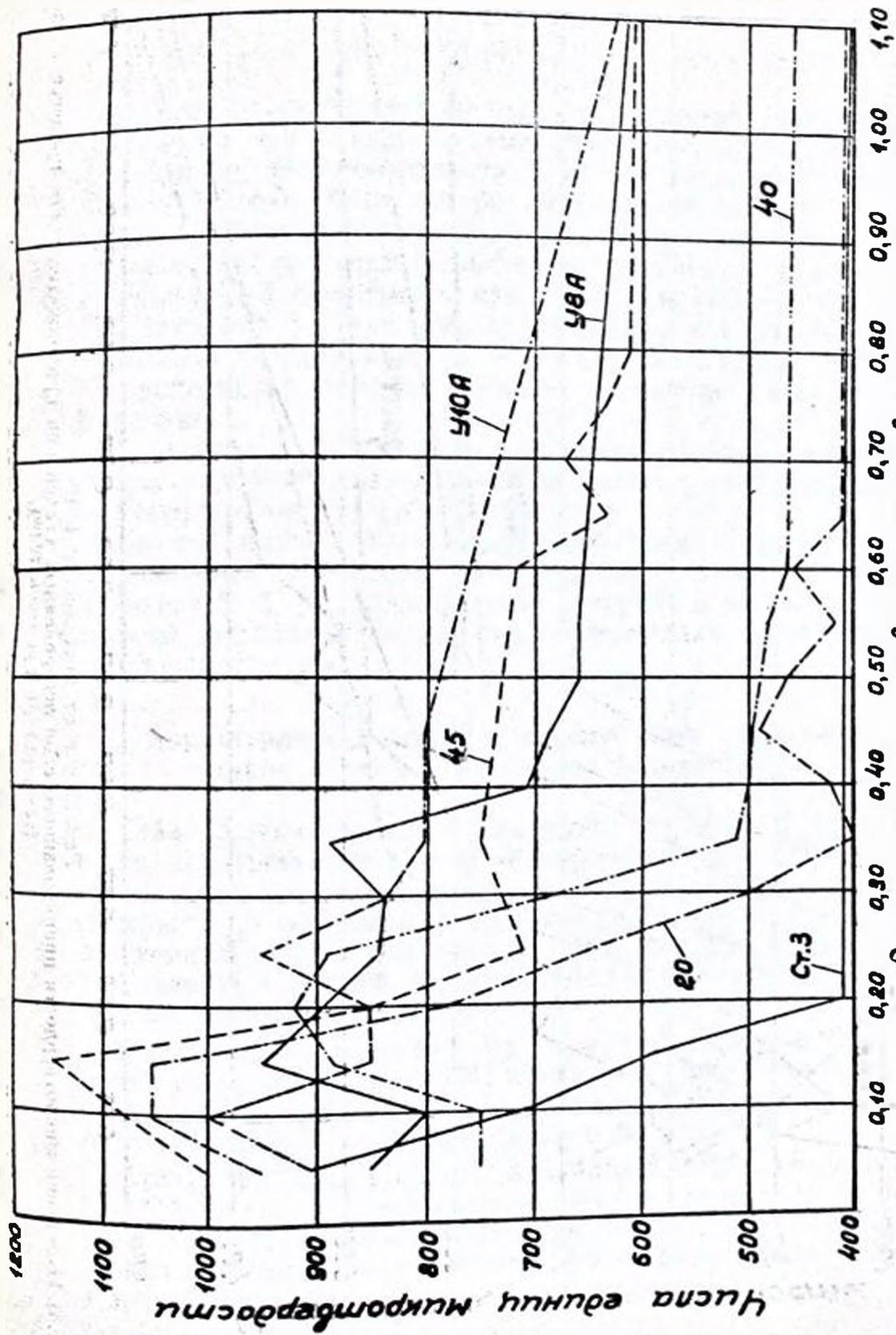
Фиг. 2. Влияние химического состава цементуемых сталей на глубину цементованного слоя в зависимости от продолжительности процесса. (Температура процесса 850°).



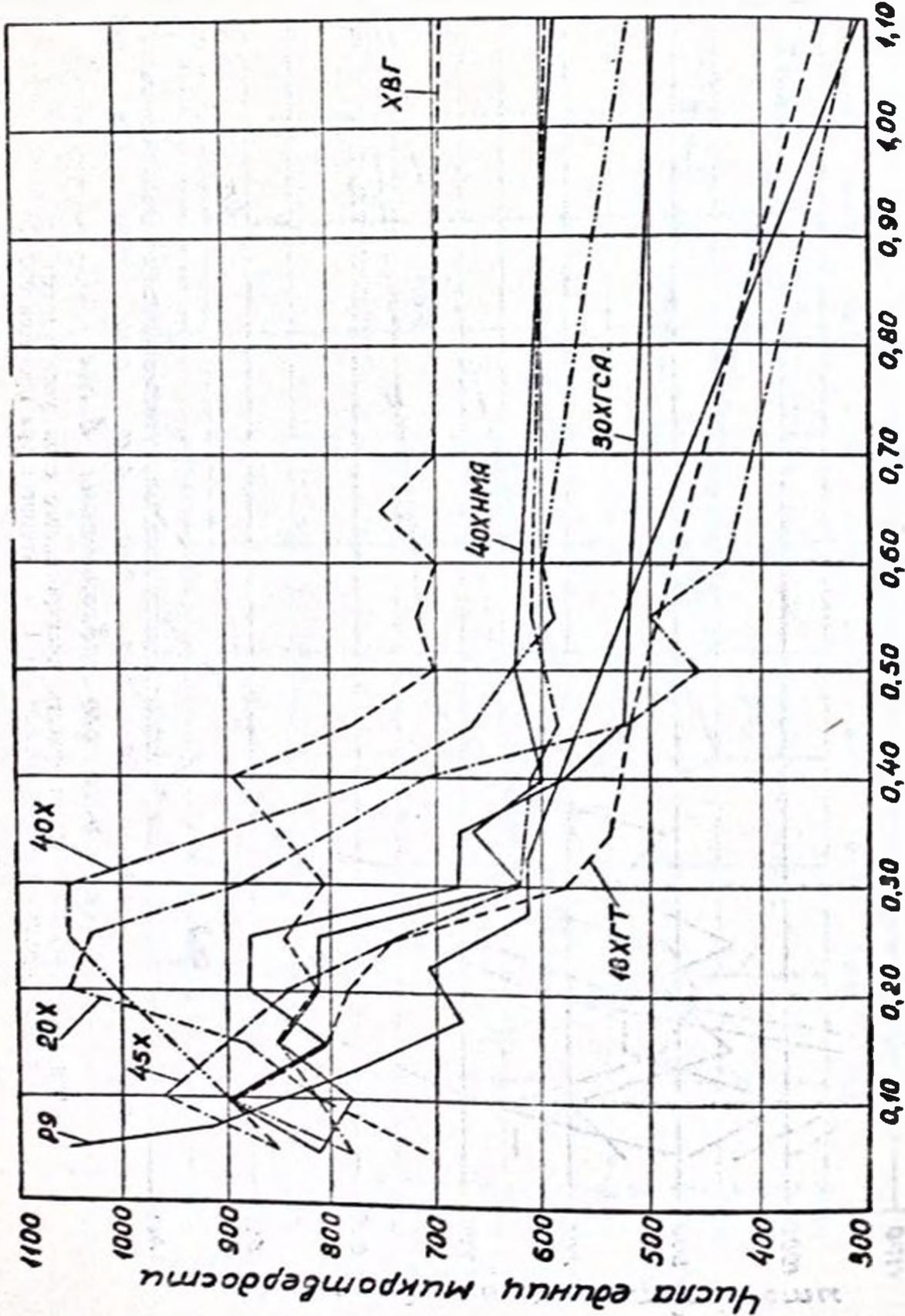
Фиг. 3. Влияние химического состава сталей на глубину цинкированного слоя в зависимости от продолжительности (температура процесса 850°) время выдержки в часах



Фиг. 4. Изменения микротвердости цианированного слоя в сталях цементуемого типа при продолжительности процесса 1 час. (температура процесса 850°).



Фиг. 5. Изменения микротвердости цианированного слоя углеродистых сталей при продолжительности процесса 1 час. (температура процесса 850°).



Фиг. 6. Изменения микротвердости шпирального слоя легированных сталей при продолжительности процесса 1 час (температура процесса 850°).

чительно падает (фиг. 3). Характер изменения микротвердости в слое при длительности процесса в 1 час, показан на фигурах 4, 5, 6.

Кривые подтверждают данные исследований ряда авторов [5, 6] о том, что цианированный слой имеет наивысшую микротвердость не с поверхности, а на некоторой глубине слоя (0,15—0,20 мм). В структуре цианированного слоя и, особенно, легированных сталей, подвергнутых длительным выдержкам, наблюдается повышенное количество остаточного аустенита, что приводит к известному снижению твердости. Так, например, у стали 40X, при выдержке в 1 час, твердость равнялась 63 единицам по Роквеллу. Увеличение выдержки процесса до 5 часов вызвало понижение твердости до 59 единиц.

В структуре наружной зоны цианированного слоя встречаются карбонитриды, количество которых увеличивается с увеличением длительности процесса.

Во избежание образования избыточных карбонитридов, ослабляющих прочность цианированного слоя, по данным Чирикова В. Т. [7], концентрация углерода и азота в слое не должны превышать предельных концентраций для полностью насыщенного аустенита.

Характеристика цианированного слоя различных марок сталей и некоторые рекомендации

Сталь 3. Исследования показали, что сталь 3 целесообразно подвергать процессу цианирования при температуре 850°, с длительностью процесса в 3—4 часа. Меньшее время выдержки не обеспечивает у этой стали образования слоя достаточной глубины и равномерной микроструктуры.

Сталь 20. Сталь 20 является одной из перспективных сталей для газового цианирования.

Оптимальным режимом ее обработки следует считать: температура процесса — 850°; время выдержки — 3 часа. При таком режиме закаленный цианированный слой получает высокую твердость, в среднем, равную 60 ед.

Сталь 30ХГСА. Глубина цианированного слоя у стали 30ХГСА оказалась значительно меньше глубин слоев других сталей. Продолжительность процесса, свыше 1 часа, не оказывает существенного влияния на твердость слоя и лежит в пределах 59—62 единиц по Роквеллу.

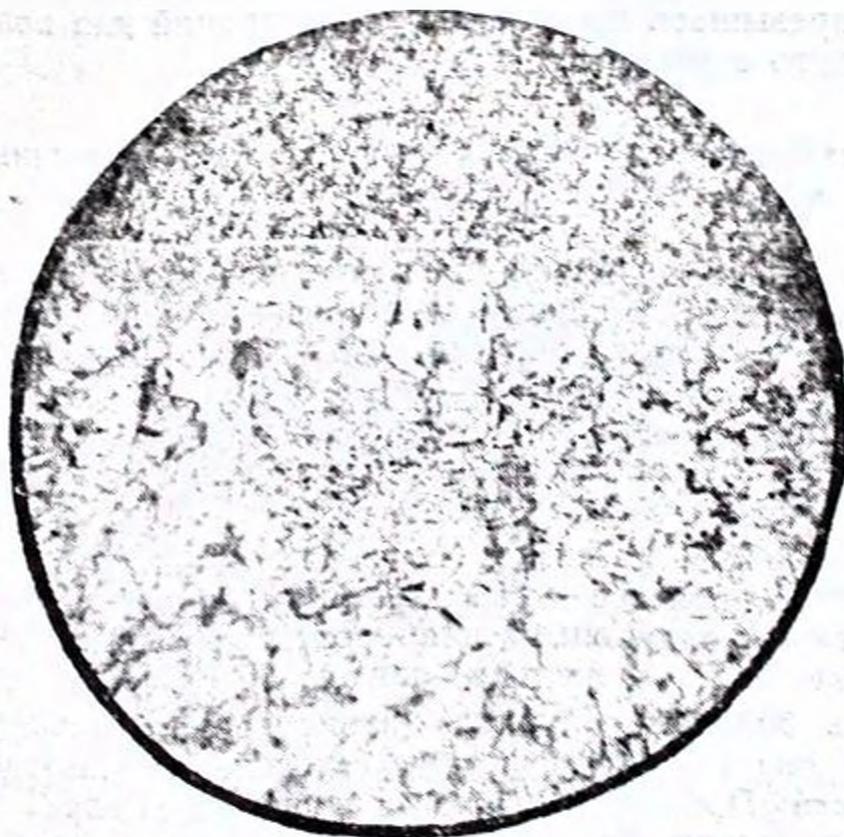
Для упрочнения поверхности стали 30ХГСА можно рекомендовать ее цианирование при длительности процесса в 1,5 часа.

Стали 40; 40Х; 45; 45Х. Для получения цианированного слоя, глубиной 0,20—0,25 мм, с твердостью в 60—63 R_c, эти стали необходимо и достаточно подвергать цианированию с длительностью процесса в 1,5 часа.

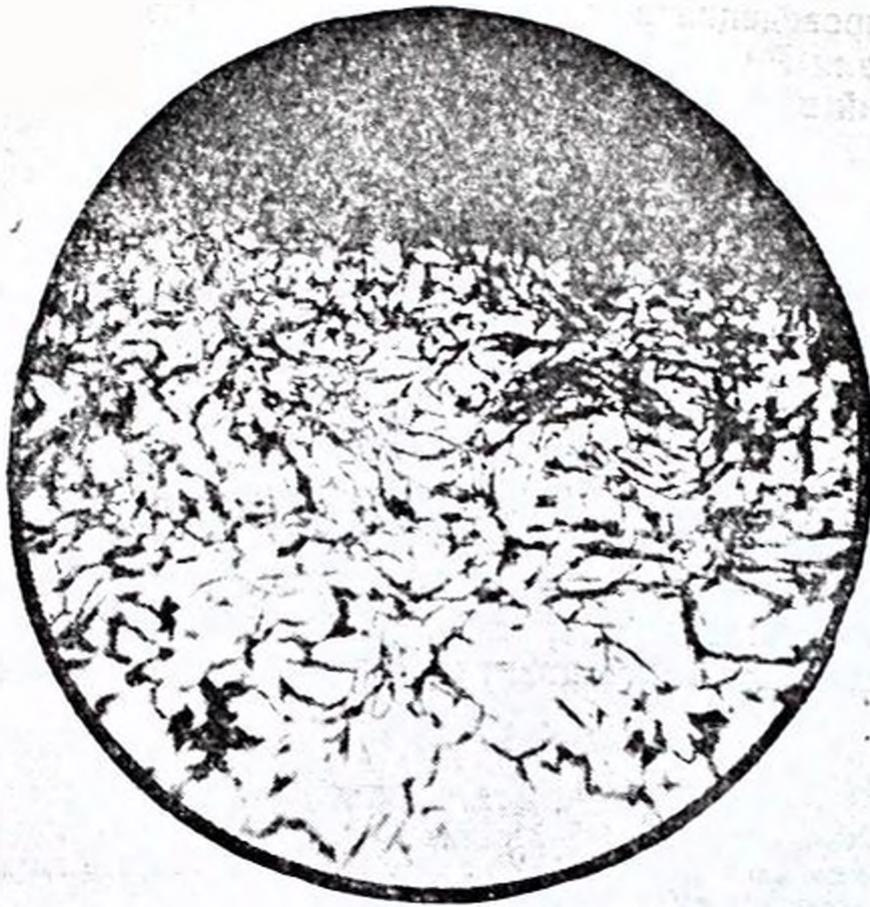
Сталь 40ХНМА. После цианирования и закалки, вследствие повышенного содержания в структуре слоя остаточного аустенита, сталь 40ХНМА получает меньшую твердость, чем стали 40; 40Х; 45; 45Х (56—60 R_c). На наш взгляд цианировать эту сталь целесообразно.

Инструментальные стали У8А и У10А

В целях повышения износостойкости изготавливаемых режущих инструментов эти стали рекомендуется цианировать при длительности процесса 1,5 часа. Такой режим обеспечивает получение твердости, равной 62—64 R_c. Увеличение



Фиг. 7. Микроструктура цианированного слоя стали У10А (время выдержки 1 час).



Фиг. 8. Микроструктура цианированного слоя стали У10А (время выдержки 5 час).

длительности процесса ведет к значительному повышению в слое количества остаточного аустенита и снижению твердости.

На фигурах 7 и 8 показаны структуры цианированного слоя стали У10А, при соответственных выдержках в 1 и 5 часов.

Сталь ХВГ. Сталь ХВГ после цианирования и закалки получает высокую твердость, порядка 62—64 R_c.

Для этой стали также следует рекомендовать время выдержки 1—1,5 часа.

Сталь Р9. При анализе кривых микротвердости цианированной стали Р9 обнаруживается тенденция к резкому снижению микротвердости — от поверхности к сердцевине. Наличие высокой микротвердости в поверхностном слое указывает на то, что процесс высокотемпературного газового цианирования протекает в стали Р9 закономерно. Однако, недостаточная температура закалки (830—850°) не создает необходимые условия для закалки сердцевины и переходной зоны.

Для проведения высокотемпературного газового цианирования стали Р9 необходимо разработать специальный технологический процесс.

Выводы

На основании проведенных исследований установлено, что:

1. Химический состав стали оказывает существенное влияние на результаты процесса высокотемпературного газового цианирования.

2. При выборе марки стали для изготовления изделий, подвергаемых обработке цианированием, необходимо исходить из конкретных особенностей их эксплуатации.

3. Необходимо подбирать соответствующие марки сталей и режимы процесса, которые бы обеспечивали вполне определенные свойства цианированного слоя и изделия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вязников Н. Ф. и Юргенсон А. А. Газовое цианирование (Нитроцементация). «Металлург», 1940, № 7.

2. Прокопкин Д. А. и Аржавый П. М. Влияние леглирующих элементов на диффузию углерода и азота в стали. «Вестник машиностроения», 1951, № 3.

3. Браун М. П., Власов А. М. и Гольдина Р. М. Нитроцементация стали. «Металлург», 1940, № 7.

4. Островский И. М., Вржач Э. И., Селянцев Г. М., Чусов В. А. Высокотемпературное газовое цианирование и возможность его промышленного применения. «Технико-экономический бюллетень», Иркутск, 1958, № 3.

5. Лешковцева В. С. Исследования влияния остаточного аустенита на свойства цианированного слоя конструктивной стали. «Сб. МВТУ», 1955, М., Машгиз.

6. Просвирия В. И. и Грибоедов Ю. Н. Высокотемпературное газовое цианирование инструментальных сталей. ЦНИИТМАШ 1954, кн. 64, М., Машгиз.

7. Чириков В. Т. Газовое цианирование конструктивных сталей. М., 1949, Машгиз.