

1.64 183.2
319016
34.32
С-44

**ПЕРЕДОВЫЕ
МЕТОДЫ ТРУДА**



**СКОРОСТНОЕ
СТАЛЕВАРЕНИЕ
НА ЗАВОДАХ
„Запорожсталь”
и и.и. Дзержинского**

МЕТАЛЛУРГИЗДАТ • 1951

АННОТАЦИЯ

В брошюре приводится описание методов работы сталеваров-скоростников тт. А. Н. Небылицына, Г. К. Помятуна и Т. И. Торгашева с завода «Запорожсталь» и тт. П. С. Кочеткова, Г. П. Матолинец и А. И. Михайлец с завода им. Дзержинского.

Описываются методы скоростной работы сталеваров, сообщаются данные о скоростных плавках, полученные как в результате непосредственных наблюдений (опытные плавки), так и в результате статистической обработки плавильных карт и других производственных документов.

Наблюдениям было подвергнуто 75 плавков на заводе «Запорожсталь» и 89 плавков на заводе им. Дзержинского; на тех же заводах статистической обработке подвергались соответственно 330 и 569 плавков.

Брошюра составлена Центральным институтом информации Министерства черной металлургии по материалам научно-исследовательской работы, проведенной Украинским институтом металлов совместно с заводами «Запорожсталь» и им. Дзержинского.

Брошюра посвящена распространению передового технического опыта новаторов-скоростников черной металлургии.

Брошюра составлена Центральным институтом информации Министерства черной металлургии по материалам научно-исследовательской работы, проведенной Украинским научно-исследовательским институтом металлов МЧМ и заводами «Запорожсталь» и им. Дзержинского.

В проведении исследования принимали участие: от Украинского научно-исследовательского института металлов А. Я. Шнееров — научный руководитель работы, Р. И. Бромберг, А. Г. Дерфель, Д. А. Зверев, С. М. Карпов, А. Г. Котин, С. М. Левин, М. Д. Логовинский, С. Д. Лошилов, Б. И. Панич, Д. М. Рыженко, В. С. Терехова; от завода «Запорожсталь» — Р. Е. Болотина, В. Ф. Галич, М. И. Ляхова, Н. З. Мариничев, М. А. Михайлик, И. С. Мороховский, А. Н. Небылицын, А. А. Подгорецкий, Г. К. Помятун, А. И. Пудиков, А. И. Разенков, А. И. Савин, Т. И. Торгашев, Г. Ф. Чуб и Д. И. Щиринский; от завода им. Дзержинского — Ф. Н. Венцель, Ф. Д. Воронов, И. А. Исаев, И. М. Кобурнеев, З. Е. Корченко, П. С. Кочетков, А. Д. Куценко, Г. П. Матолинец, А. И. Михайлец, В. Н. Перлаутров, С. А. Петров, В. П. Погорелый, И. С. Тимошпольский, Н. Л. Шимборский, В. П. Шулаев, В. Н. Щепанский, А. Ф. Шатецкий.

Были изучены методы работы сталеваров-скоростников: тт. Небылицына, Помятуна и Торгашева (завод

«Запорожсталь») и тт. Кочеткова, Матолинец и Михайлец (завод им. Дзержинского). Кроме того были обработаны статистические данные по работе мартеновских печей, на которых производилось изучение работы сталеваров-скоростников.

Результаты научного обобщения опыта сталеваров-скоростников заводов «Запорожсталь» и им. Дзержинского несомненно представят интерес для широкого круга сталеплавателей.



ВВЕДЕНИЕ

Изучение опыта работы передовых сталеваров заводов «Запорожсталь» и им. Дзержинского производилось путем непосредственных наблюдений, позволивших зафиксировать, кроме обычно учитываемых показателей работы, ряд дополнительных, характеризующих особенности ведения плавки отдельными сталеварами.

Для установления степени влияния различных технологических и теплотехнических факторов на продолжительность отдельных периодов плавки, по обоим заводам были подвергнуты статистической обработке паспорта и теплотехнические карты плавок кампаний, предшествовавших периоду наблюдений.

На заводе «Запорожсталь» изучалась работа передовых сталеваров тт. Небылицына, Помятуна и Торгашева, работающих на печи № 1 с хромомagneзитовым сводом. Наблюдение было проведено над 75 плавками (некоторые из них были опытными). Статистической обработке были подвергнуты данные плавильных и теплотехнических карт двух кампаний печи № 1 и двух кампаний печи № 2 с динасовым сводом.

Ввиду того, что на печи № 1 примерно с 100-й плавки от начала кампании продолжительность плавки заметно увеличилась, обработка отчетных данных производилась дифференцированно для двух периодов: первый период — от начала кампании до 100-й плавки и второй период — от 100-й плавки.

Из статистической обработки исключены 10 первых и 50—60 последних плавок каждой кампании, а также все плавки с продолжительностью завалки более трех часов.

Статистическая обработка плавок на заводе «Запорожсталь» проведена отдельно по двум группам сталей: кипящим рядовым (Ст. 2, Ст. 3, 15КП, 20КП, 25КП), и по сталям для глубокой вытяжки (ВГВ, ОВГВ).

Всего по двум печам завода «Запорожсталь» за четыре кампании было обработано по группе кипящих рядовых сталей 330 плавов, в том числе 189 плавов по печи № 1 (96 за первый период и 93 за второй период) и 141 по печи № 2.

На заводе им. Дзержинского изучалась работа передовых сталеваров тт. Кочеткова — лауреата Сталинской премии, Матолинец и Михайлец. Из 89 изучавшихся плавов, 35 были проведены как опытные. В этих плавках изменяли продолжительность прогрева известняка и руды в период завалки, прогрева всей шихты перед заливкой в печь жидкого чугуна, количество и время присадки известняка и извести.

Статистической обработке были подвергнуты паспорта плавов одной кампании печи № 8 и одной кампании печи № 7 с хромомagneзитовыми сводами; всего статистической обработке было подвергнуто 569 плавов, в том числе 360 плавов по печи № 7 и 209 по печи № 8.

В отличие от завода «Запорожсталь», на котором продолжительность кампании печи определялась одновременной сменой свода и насадок, длительность кампании печей завода им. Дзержинского определялась сменой насадок.

Из статистической обработки данных плавов по заводу им. Дзержинского были исключены 10 первых и 50—60 последних плавов каждой кампании, а также все плавки продолжительностью 8 час. и более.



СКОРОСТНОЕ СТАЛЕВАРЕНИЕ НА ЗАВОДЕ «ЗАПОРОЖСТАЛЬ»

КРАТКАЯ ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЦЕХА И ПЕЧЕЙ

За последние годы на заводе проведен ряд существенных мероприятий, способствующих уменьшению средней продолжительности плавов и улучшению качества стали. В 1949 г. вступили в эксплуатацию сероочистка коксового газа и миксер, было снижено содержание серы в чугуне, начался перевод печей на работу с основными сводами.

Технико-экономические показатели работы мартеновских печей «Запорожстали» значительно улучшились. Сократилась продолжительность плавки, увеличилась выплавка стали, снизился удельный расход топлива (табл. 1).

Повышение производительности мартеновских печей с динасовым сводом в 1950 г. по сравнению с 1949 г. явилось результатом снижения горячих простоев и сокращения продолжительности плавов.

Сокращению продолжительности плавки, помимо других причин, способствовало сокращение периода заливки чугуна, в связи с пуском миксера, и уменьшение продолжительности доводки в результате работы на более чистых по сере газе и чугунах.

Печи с основными сводами, в результате работы с более высокой температурой в рабочем пространстве печи, имеют несколько большую производительность, чем печи с динасовыми сводами.

Печь № 1, на которой проводилась основная часть исследований по изучению опыта работы сталеваров-скоростников, по своей конструкции близка к типовой печи Стальпроекта той же емкости, отличаясь от последней не-

Таблица 1
Технико-экономические показатели работы мартеновских печей за
1949 и 1950 гг. (в среднем на печь)¹

Показатели	1949 г.	1950 г.	
	Свод печи		
	дина- совый	дина- совый	хромомаг- незитовый
Длительность плавки, час.—мин.	11—37	11—21	10—47
В том числе:			
завалка и прогрев	3—15	3—42	3—36
заливка жидкого чугуна	0—31	0—17	0—17
плавление	3—51	3—48	3—37
доводка	3—08	2—54	2—33
Вес плавки, % к 1949 г.	100	102	102
Выплавка, % к 1949 г.	100	107	110
Количество плавков за год, % к 1949 г.	100	105	108
Удельный расход топлива, % к 1949 г.	100	89	85

¹ В каждую группу включены только те печи, которые работали в течение всего года.

сколько меньшей полезной емкостью шлаковиков (140 вместо 194 м³) и меньшим суммарным объемом регенераторов (273,7 вместо 290 м³). С сентября 1949 г. печь работает с хромомагнетитовым сводом конструкции Института огнеупоров. В предшествующие наблюдения три кампании высота свода печи над уровнем порога садовых окон составляла 2350 мм; во время холодного ремонта в сентябре 1950 г. свод был поднят до 2700 мм.

Печь оборудована контрольно-измерительной аппаратурой. Регистрирующие приборы фиксируют расход коксовального и доменного газов и воздуха, температуру свода печи, верха воздушных и газовых насадок, температуру низа воздушных насадок и в общем борове. На печи автоматизированы пропорционирование топлива и воздуха, перекидка клапанов и регулирование давления в рабочем пространстве печи.

Печи цеха отапливают коксо-доменной смесью. Теплотворная способность коксовального газа 4295 ккал/м³,

доменного — 990 ккал/м³. Изменение количества тепла, подаваемого в печь, производится главным образом за счет коксовального газа, расход доменного газа изменяется в узких пределах. В период наблюдения смола для карбюрации не применялась.

В течение, примерно, первых 100 плавков печь № 1 работала горячо. Продолжительность плавки стали марок Ст. 2 и Ст. 3 обычно составляла менее 9 час.

МЕТОДЫ РАБОТЫ СТАЛЕВАРОВ-СКОРОСТНИКОВ

Заправка печи

Обычно заправка ведется горячо, тепловая нагрузка при этом поддерживается в пределах 16—23 млн. ккал/час. Газ выключается при осмотре подины лишь в редких случаях, когда подина сильно изношена.

Сталевар-скоростник стремится уже к концу доводки подготовить все необходимое для заправки печи: устанавливает у печи заправочную машину, подключает ее к электросети, подвешивает к машине с двух сторон заправочные ложки, чтобы одновременно с выпуском начать заправку печи.

Заправка начинается с крайнего окна у головки, подводящей газ. Сталевар руководит работой и по ходу заправки внимательно осматривает подину. Второй подручный сталевара и подручный, привлеченный с другой печи, подсыпают с помощью ложек столбы передней стены: один подручный — левый столб, другой — правый. Сначала заправляется задняя стенка напротив окна, затем левый столб, после него — правый, затем вновь задняя стенка против следующего окна и т. д., причем среднее окно пропускается.

После заправки задней стенки напротив четырех окон и столбов передней стенки сталевар и два подручных забрасывают 10—15 лопат руды и боксита на выпускное отверстие для просушки его, подводят заправочную машину к среднему окну, заправляют столбы, заднюю стенку, затем направляют струю доломита на выпускное отверстие.

Завалка шихты

Завалка обычно ведется при тепловой нагрузке 26—27 млн. ккал/час. В первый период работы печи (до 100-й плавки от начала кампании) при длительных завалках, когда железный лом подается с перерывами, расход топлива во время перерывов в завалке обычно сокращается до 20—22 млн. ккал/час.

В зависимости от состояния подины, на нее заваливается известняк или руда. Большей частью завалка сыпучих ведется без специальных промежуточных прогревов, причем слой известняка чередуется со слоем руды. Завалка сыпучих всегда заканчивается известняком, которым прикрывают руду для того, чтобы предотвратить ее оплавление в случае несвоевременной подачи железного лома. Сыпучие заваливаются обычно по одной мульде последовательно в каждое завалочное окно. При таком порядке завалки сталевар, не прерывая ее, фактически прогревает каждый слой сыпучих в течение 3—5 мин.

Легковесный железный лом заваливается обычно одной завалочной машиной, а когда есть возможность — двумя завалочными машинами по восемь мульд в каждое окно.

В последнюю очередь производится завалка тяжеловесного лома преимущественно в средние три окна, подалее от передней стенки.

Прогрев шихты и заливка чугуна

Сразу после окончания завалки начинается подсыпка порогов с помощью бункера, которая длится 20—30 мин.

Тепловая нагрузка в первые 20—30 мин. периода прогрева сохраняется такой же, как в период завалки, затем понижается до 21—24 млн. ккал/час. Продолжительность прогрева определяется сталеваром по степени оплавления лома; при этом учитывается количество тяжеловесного лома в шихте; состояние печи, химический состав чугуна. В зависимости от этих факторов продолжительность прогрева колеблется в первый период работы печи от 30 мин. до 1 часа 30 мин. и во второй период от 1 часа 10 мин. до 1 часа 50 мин.

Сталевары печи № 1 уже к концу периода прогрева начинают работать с повышенным давлением в рабочем пространстве печи (3—4 мм вод. ст.), опускают распределительный шибер и направляя большее количество продуктов горения в газовые регенераторы с целью предохранения воздушных насадок от перегрева. Более высокая температура газовых насадок позволяет сталеварам печи № 1 работать со светящимся факелом пламени.

Чугун заливается в печь по желобу, охлаждаемому водой, в крайнее завалочное окно у головки, подводящей газ. Нормальная продолжительность заливки чугуна 10—15 мин. Тепловая нагрузка в этот период составляет 20—23 млн. ккал/час.

Период плавления

Спуск шлака обычно начинается сразу после заливки чугуна. Шлак спускается только через среднее завалочное окно; шлаковое отверстие в задней стенке заложено, а шлаковый желоб снят. Сталевары печи № 1 лишь в редких случаях, при чрезмерно бурных реакциях после заливки чугуна, прибегают к наращиванию ложного порога среднего завалочного окна (чтобы не залить площадку под печью). Энергичными усилиями всей бригады большей частью удается осадить шлак в шлаковой чаше, не препятствуя сходу шлака самотеком.

Спуск шлака продолжается около часа, за это время спускается от 5 до 9 м³ хорошо осаженного шлака. Сталевары во время плавления (при вспенивании шлака) присаживают лопатами боксит. Это позволяет поддерживать кипение ванны и способствует более быстрому растворению извести, всплывающей с подины во второй половине периода плавления. При больших количествах нерастворившейся в шлаке извести боксит в ванну присаживается мульдой. Давление в рабочем пространстве печи поддерживается на уровне 3—4 мм вод. ст. Перекидка клапанов осуществляется через каждые 5—7 мин. Тепловая нагрузка в период плавления находится в пределах 20—23 млн. ккал/час.

В первые 30—40 мин. после заливки чугуна расход коксовального газа снижается до 3,0—3,5 тыс. м³/час и

доменного газа — до 4—5 тыс. $m^3/час$. Затем расход коксовального газа увеличивается до 4 тыс. $m^3/час$, доменного — до 5—6 тыс. $m^3/час$, а при бурном известковом кипении расход газа вновь снижается во избежание перегрева насадок. Вентилятор, как и во все периоды плавки, работает на полную мощность вследствие больших потерь воздуха.

Период доводки

Тепловая нагрузка в период доводки находится в пределах 20—23 млн. ккал/час.

Конец плавления и начало полировки определяются мастером. Температура металла при этом достаточно высока, чтобы после присадки мульды руды (когда руда реагирует) кипение ванны не прекращалось. Дальнейшие присадки руды производятся в соответствии с нагревом ванны. Известь добавляется в печь большей частью перед присадками руды.

При выплавке рядовой кипящей стали, чистое кипение без присадки руды длится около 40 мин., марганец восстанавливается по ходу чистого кипения до 0,2—0,3%.

При выплавке стали марок ВГВ и ОВГВ присадка руды и извести заканчивается обычно за 1 час 30 мин. до раскисления.

АНАЛИЗ УСЛОВИЙ И МЕТОДОВ СКОРОСТНОГО СТАЛЕВАРЕНИЯ

Все плавки, подвергнутые статистической обработке, были разбиты, в зависимости от их продолжительности, на группы, и для каждой группы плавков были определены продолжительность отдельных периодов плавки, тепловая нагрузка и ряд технологических показателей.

Из данных рис. 1 и 2 и табл. 2 и 3 видно, что сокращение продолжительности плавков достигается за счет сокращения всех периодов и, в особенности, за счет завалки, плавления и доводки. Группам с меньшей продолжительностью плавки соответствуют несколько более высокие тепловые нагрузки (рис. 2).

¹ На рис. 1 и на последующих цифры около точек относятся ко всем кривым и означают число исследованных плавков.

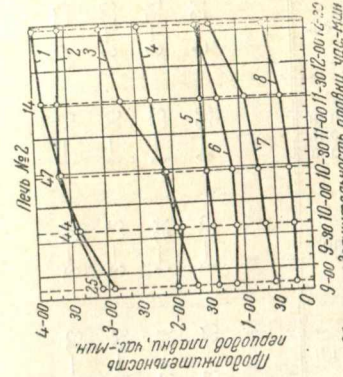
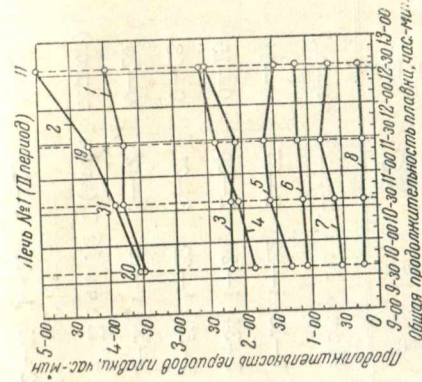
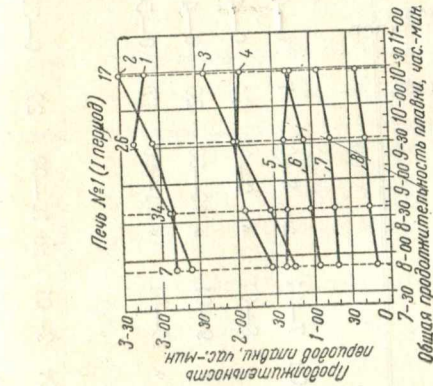


рис. 1. Зависимость между продолжительностью всей плавки и отдельных ее периодов: 1 — завалка и прогресс; 2 — плавление; 3 — доводка (полировка и чистое кипение); 4 — завалка; 5 — прогресс; 6 — чистое кипение; 7 — заправка; 8 — слив чугуна

Изменение продолжительности отдельных периодов плавки при изменении общей продолжительности плавки

Группы плавков по продолжительности, час.—мин.	Число плавков	Продолжительность, час.—мин.								
		заправка	завадки	прорыва	завадки и прорыва	снятие чугуна	плавления	доводки	в том числе в конце плавки	всей плавки
Печь № 1 (первый период)										
От 7—01 до 8—00	7	0—41	1—15	1—22	2—37	0—11	2—49	1—33	0—56	7—51
» 8—01 » 9—00	34	0—43	1—34	1—20	2—54	0—15	2—51	1—54	1—02	8—37
» 9—01 » 10—00	26	0—46	1—59	1—22	3—21	0—18	3—06	2—02	1—06	9—33
» 10—01 » 11—00	17	0—54	1—56	1—16	3—12	0—24	3—33	2—26	1—19	10—29
Печь № 1 (второй период)										
От 9—01 до 10—00	20	0—33	2—11	1—18	3—29	0—13	3—33	1—51	1—04	9—38
» 10—01 » 11—00	31	0—38	2—11	1—36	3—47	0—12	3—54	2—05	1—07	10—36

Продолжительность, час.—мин.

Группы плавков по продолжительности, час.—мин.	Число плавков	Продолжительность, час.—мин.								
		заправка	завадки	прорыва	завадки и прорыва	снятие чугуна	плавления	доводки	в том числе в конце плавки	
Печь № 2										
От 11—01 до 12—00	19	0—49	2—06	1—40	3—46	0—12	4—17	2—24	1—10	11—28
» 12—01 » 13—00	11	0—40	2—32	1—29	4—01	0—13	5—04	2—37	1—10	12—35
От 8—01 » 9—00	25	0—34	1—41	1—24	3—05	0—15	2—54	1—59	1—08	8—47
» 9—01 » 10—00	44	0—41	1—59	1—26	3—25	0—16	3—22	1—54	1—06	9—38
» 10—01 » 11—00	47	0—45	2—08	1—30	3—38	0—18	3—40	2—06	1—08	10—27
» 11—01 » 12—00	14	0—55	2—18	1—33	3—51	0—23	3—39	2—43	1—19	11—31
» 12—01 » 13—00	7	1—23	2—26	1—33	3—59	0—38	3—37	3—00	1—36	12—37

Изменение тепловой нагрузки по отдельным периодам плавки с изменением продолжительности плавки

Группы плавки по продолжительности, час.—мин.	Тепловая нагрузка, млн. ккал/час							Расход условного топлива на 1 т стали, кг	
	Число плавков	заправка	загрузка	прогрев	слив чугуна	плавление	ловодка		плавка в целом
Печь № 1 (первый период)									
От 7—01 до 8—00	7	20,6	26,2	26,3	25,1	23,8	22,8	24,2	145
» 8—01 » 9—00	33	21,9	26,3	25,9	24,1	22,7	21,1	23,5	157
» 9—01 » 10—00	25	19,1	25,2	24,5	22,8	22,4	19,7	22,4	166
» 10—01 » 11—00	17	18,1	25,3	23,9	22,8	21,9	19,7	21,8	179
Печь № 1 (второй период)									
От 9—01 » 10—00	20	19,3	26,4	26,0	24,1	22,8	21,3	23,6	177
» 10—01 » 11—00	31	19,6	26,4	26,4	24,9	23,4	21,6	23,9	184

Группы плавки по продолжительности час.—мин.	Тепловая нагрузка, млн. ккал/час							Расход условного топлива на 1 т стали, кг	
	Число плавков	заправка	загрузка	прогрев	слив чугуна	плавление	ловодка		плавка в целом
Печь № 2									
От 11—01 до 12—00	19	18,9	26,3	24,4	24,2	22,9	20,3	23,3	200
» 12—01 » 13—00	11	19,9	24,7	23,9	23,6	22,3	21,4	22,7	214
От 8—01 до 9—00	25	22,1	27,6	26,2	24,5	24,0	23,2	24,3	156
» 9—01 » 10—00	44	21,3	26,8	25,1	23,3	23,2	22,4	23,8	167
» 10—01 » 11—00	47	20,4	26,4	25,3	23,3	23,2	22,3	23,6	180
» 11—01 » 12—00	14	19,3	25,8	24,3	23,3	22,8	21,7	22,9	200
» 12—01 » 13—00	6	19,1	23,7	23,6	22,3	22,4	20,8	21,7	190

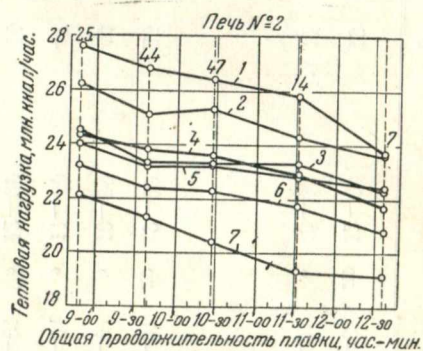
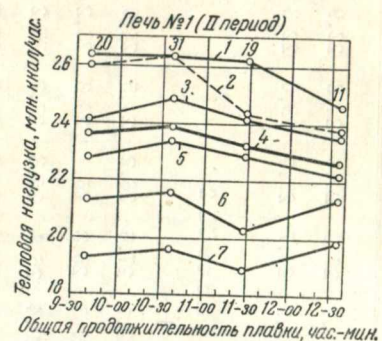
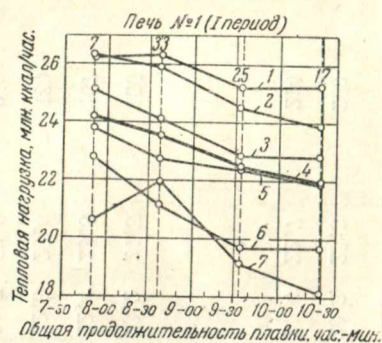


Рис. 2. Влияние тепловой нагрузки в отдельные периоды плавки на продолжительность всей плавки: 1 — завалка; 2 — прогрев; 3 — слив чугуна; 4 — плавка в целом; 5 — плавление; 6 — доводка; 7 — заправка

Анализ показывает, что увеличению продолжительности плавки соответствует некоторое увеличение расхода известняка в завалку, извести в доводку и повышение основности конечного шлака. По другим технологическим показателям не наблюдается заметных изменений при увеличении продолжительности плавки.

Заправка печи

Механизация заправки в мартеновском цехе завода «Запорожсталь» позволяет провести эту операцию быстро, горячо и качественно. По данным наблюдений фактическое время, затрачиваемое непосредственно на операцию заправки, составляет 10—20 мин., среднее же время, относимое к периоду заправки, равно 40—50 мин. Потеря в среднем до 30 мин. на плавку объясняется организационными причинами (наличием только двух заливочных кранов и др.).

Ниже приводится хронометраж заправки по одной из плавков, проведенных сталеваром т. Небылицыным.

Операции заправки	Продолжительность операций мин.—сек.
1-е окно — заправка задней стенки и столбов .	3—00
Установка заправочной машины у 2-го окна .	3—00
2-е окно — заправка задней стенки и столбов .	3—00
4-е окно — заправка задней стенки и столбов .	1—05
5-е окно — заправка задней стенки и столбов .	2—05
3-е окно — сушка отверстия, заправка задней стенки и столбов	4—20

Продолжительность всей заправки . . 16—30

Тепловая нагрузка во время заправки составляла 20,8 млн. ккал/час.

Наблюдение за ходом плавков показало, что продолжительность заправки может быть уменьшена при обеспечении быстрого схода шлака после выпуска металла. Это достигается тщательным уходом за подиной и поддержа-

нием достаточной жидкоподвижности шлака до самого выпуска плавки. В этих условиях уже при заправке столбов и задней стенки напротив крайних окон производ...

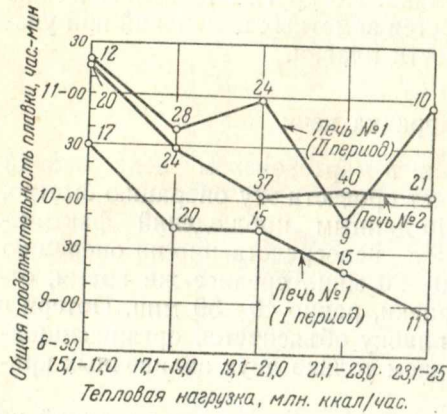


Рис. 3. Влияние тепловой нагрузки в период заправки на продолжительность плавки

сушку выпускного отверстия и сразу приступают к заправке столбов напротив крайнего среднего окна, затем выпускают доломит. При этом экономится 2-3 мин.

На рис. 3 приведены статистические данные, показывающие влияние тепловой нагрузки в период заправки на общую продолжительность плавки (табл. 4).

Таблица 4

Влияние тепловой нагрузки в период заправки на продолжительность плавки

Тепловая нагрузка млн. ккал/час	Печь № 1				Печь № 2				
	Первый период		Второй период		Первый период		Второй период		
	количество плавков заправки	продолжительность плавки в це-лом	количество плавков заправки	продолжительность плавки в це-лом	количество плавков заправки	продолжительность плавки в це-лом	количество плавков заправки	продолжительность плавки в це-лом	
15,1-17,0	17	0-55	10-31	12	0-47	11-20	9	1-05	11-17
17,1-19,0	20	0-54	9-43	28	0-45	10-40	24	0-50	10-29
19,1-21,0	15	0-45	9-43	24	0-47	10-58	37	0-44	10-03
21,1-23,0	15	0-44	9-19	9	0-38	9-49	40	0-44	10-07
23,1-25,0	11	0-38	8-55	10	0-37	10-56	21	0-40	10-04

Завалка шихты

Завалка является периодом максимального поглощения тепла холодными шихтовыми материалами. Высокая тепловая мощность печи позволяет в это время быстро загрузить печь и сводить до минимума длительность периода прогрева и плавления. Из рис. 4 и табл. 5 видно, что с увеличением тепловой нагрузки во время заправки продолжительность плавления сокращается.

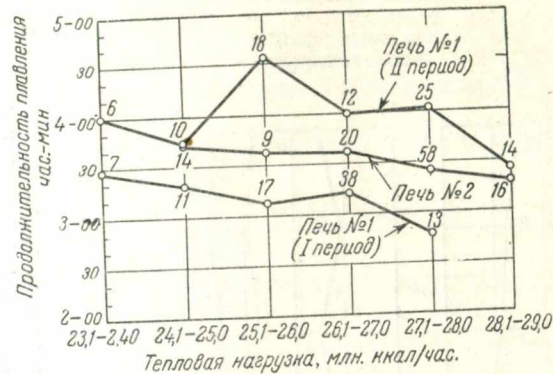


Рис. 4. Влияние тепловой нагрузки в период заправки на продолжительность плавления

Таблица 5

Влияние тепловой нагрузки в период заправки на продолжительность плавления

Тепловая нагрузка млн. ккал/час	Печь № 1				Печь № 2	
	Первый период		Второй период		количество плавков	продолжительность плавления в час.-мин.
	количество плавков	продолжительность плавления в час.-мин.	количество плавков	продолжительность плавления в час.-мин.		
23,1-24,0	7	3-28	6	4-01	—	—
24,1-25,0	11	3-19	10	3-44	14	3-43
25,1-26,0	17	3-08	18	4-34	9	3-38
26,1-27,0	38	3-13	12	4-00	20	3-37
27,1-28,0	13	2-47	25	4-02	58	3-25
28,1-29,0	—	—	14	3-25	18	3-18

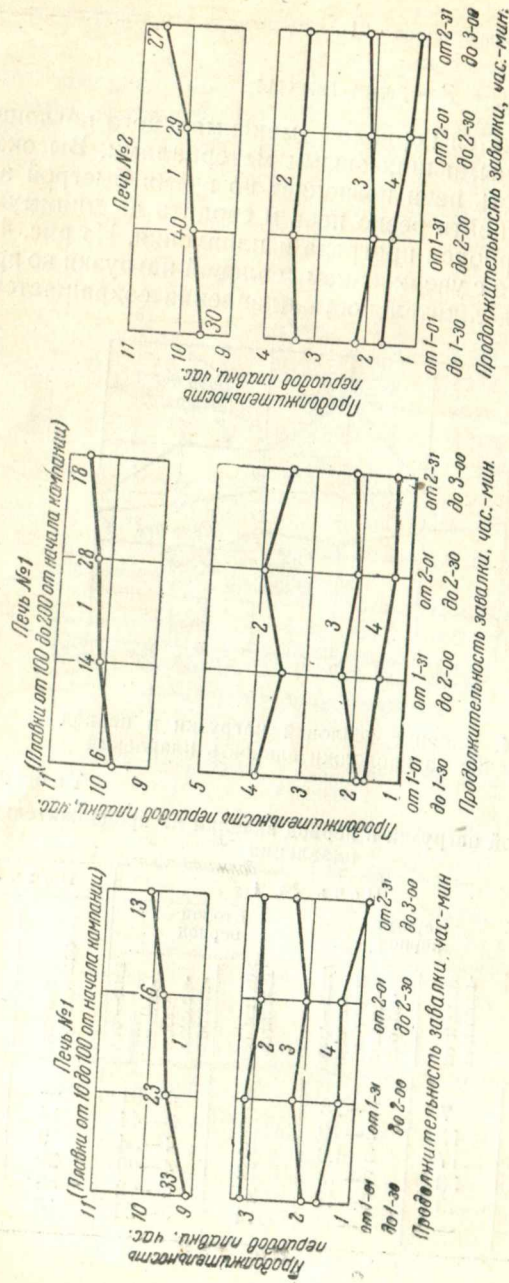


Рис. 5. Влияние продолжительности завалки на продолжительность периодов прогрева, плавления, доводки и плавки в целом.

1 — плавка в целом; 2 — плавление; 3 — доводка; 4 — прогрев

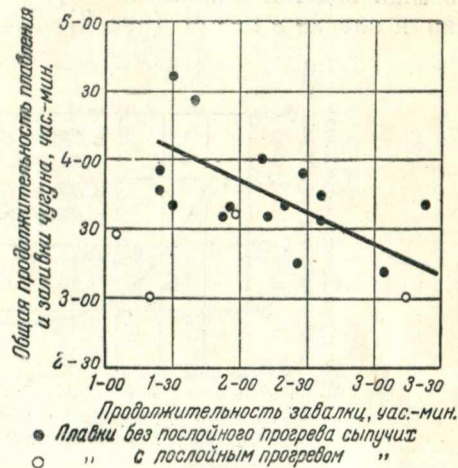


Рис. 6. Зависимость общей продолжительности плавления и заливки чугуна от продолжительности периода завалки (плавки 90—160 от начала кампании)

завалки и плавления при этом увеличивалась. Так, суммарная продолжительность завалки, прогрева, заливки чугуна и плавления для группы плавков с продолжительностью завалки 1 час 20 мин. — 2 час. составляла 6 час. 57 мин. и для плавков с продолжительностью завалки 2 час. — 2 час. 40 мин. была равна 7 час. 19 мин.

На рис. 5 показано (по статистическим данным) изменение продолжительности периодов прогрева, плавления, доводки и плавки в целом в зависимости от изменения длительности завалки. С удлинением завалки продолжительность прогрева несколько сокращается (сумма периодов завалки и прогрева возрастает), продолжительность плавления и доводки заметно не изменяется. Продолжительность плавки при этом увеличивается настолько, насколько увеличивается суммарная длительность завалки и прогрева (при увеличении продолжительности завалки на 1 час 30 мин. плавка удлинится на 1 час).

Отсутствие зависимости между продолжительностью периодов завалки и плавления (по статистическим данным) объясняется, очевидно, значительными простоями во время завалки, что нарушало нормальный ход плавления.

По данным наблюдений, при которых исключались плавки с простоями во время завалки более 30 мин., была установлена четкая взаимосвязь между продолжительностью периодов завалки и плавления (рис. 6). С увеличением длительности завалки длительность плавления сокращалась, однако сумма

Состав шлака, спускаемого в период плавления, при различном порядке завалки сыпучих, %

Таблица 7

Номер плавки	В начале спуска шлака						В конце спуска шлака							
	время от конца заливки чугуна до взятия пробы час.—мин.	CaO	MnO	FeO	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	CaO/SiO ₂	время от конца заливки чугуна до взятия пробы час.—мин.	CaO	MnO	FeO	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	CaO/SiO ₂
Весь известняк поверх руды														
1	0-25	31,10	12,0	11,56	2,66	35,60	0,87	1-25	32,74	10,0	8,84	6,08	29,60	1,10
2	0-10	21,10	22,50	15,64	9,84	23,60	0,90	1-10	28,0	16,15	15,85	4,96	23,80	1,18
3	0-10	20,75	24,59	15,0	4,12	24,60	0,84	1-05	24,65	18,30	20,40	2,60	28,10	0,87
4	0-35	39,4	20,12	10,2	1,52	30,0	1,31	1-35	27,41	14,26	15,31	1,14	29,1	0,94
Послойная завалка известняка и руды, верхний слой — известняк														
1	0-13	23,4	25,3	15,64	4,56	27,8	0,84	1-13	25,0	19,40	14,96	3,36	23,8	1,05
2	0-75	23,42	18,98	10,88	1,14	32,0	0,73	0-50	26,64	19,00	9,96	1,16	33,72	0,79
3	0-75	24,45	18,11	21,76	4,56	20,0	1,22	0-50	29,10	19,38	20,40	4,50	26,60	1,09
4	0-10	22,22	26,0	10,41	0,72	31,56	0,7	1-35	30,70	18,91	10,20	1,52	31,40	0,98
Вся руда поверх известняка														
1	0-15	14,80	16,72	34,0	8,92	19,80	0,75	1-15	23,59	15,96	23,12	6,08	19,0	1,24
2	0-05	17,44	16,56	29,92	7,64	24,0	0,73	1-05	17,30	12,60	35,50	4,04	20,28	0,85
3	0-05	13,80	18,34	31,78	5,60	25,0	0,55	0-45	19,30	16,14	27,58	6,84	25,60	0,75
4	0-07	20,71	16,63	20,90	4,0	30,80	0,67	1-07	22,25	13,17	25,14	4,32	27,80	0,80

Следует отметить, что в группе плавков с послыльным прогревом сыпучих тепловая нагрузка во время заправки была значительно ниже. Несмотря на это, в плавках с послыльным прогревом сыпучих продолжительность плавления сократилась почти на 30 мин. при одинаковой общей продолжительности завалки, прогрева и заливки чугуна в обеих группах плавков и примерно одинаковых тепловых нагрузках в эти периоды плавки. Положительная сторона работы с послыльным прогревом сыпучих заключается в развитии интенсивных реакций в ванне сразу после заливки чугуна и более активном и равномерном кипении ванны во время плавления.

Не меньшее значение, чем послыльный прогрев сыпучих, имеет порядок их завалки. Известно, что порядок завалки сыпучих существенно влияет на состав шлаков, образующихся в период плавления. Чем ниже завален известняк, тем меньше содержание CaO в шлаке, спускаемом после завалки чугуна, и ниже его основность (табл. 7). Это дает возможность, при таком порядке завалки, получать шлак повышенной основности до расплавления или сокращать расход известняка в завалку.

Прогрев шихты и заливка чугуна

Во время наблюдений, когда печь работала горячо (до 100-й плавки по своду и по насадкам), при завалке легковесного лома продолжительность прогрева снижалась до 35 мин. без какого-либо изменения продолжительности плавления. При завалке тяжеловесного лома прогрев длился от 1 часа до 1 час. 20 мин. Этот предел в первый период работы печи следует считать оптимальным при завалке тяжеловесного лома.

Сталевар т. Торгашев сократил среднюю продолжительность прогрева до 45 мин. по сравнению с 1 час. 10 мин. у т. Помятуна и 1 час. 26 мин. у т. Небылицына. При этом продолжительность плавления не возросла.

После 100 плавков, когда печь стала работать холодней, в отдельных плавках, где продолжительность прогрева была менее 1 часа, даже при завалке легковесного лома продолжительность плавления увеличилась на 1 час — 1 час. 30 мин. по сравнению с плавками, где прогрев был

на 15—20 мин. дольше. Это свидетельствует о том, необходимое время прогрева возросло.

Данные наблюдений дают основание полагать, что в последнем периоде прогрева сыпучих необходимая продолжительность периода прогрева может быть уменьшена, так как в этом случае интенсивное кипение ванны после заливки чугуна происходит при меньшей продолжительности периода прогрева по сравнению с обычными плавками.

Нормально заливка чугуна продолжается 10—15 мин. Статистические данные показывают, что в скоростных плавках, наряду с сокращением других периодов плавки сокращается также и этот период, что лишний раз подтверждает нецелесообразность прогрева шихты перед заливкой чугуна, когда вследствие бурных реакций эта операция затягивается на 10—20 мин.

Интенсивные реакции, возникающие в ванне во время заливки и сразу после нее, обеспечивают высокое поглощение тепла ванной. Однако подача топлива в этот период ограничивается двумя факторами: 1) быстрым нагревом насадок вследствие резкого увеличения объема отходящих газов, интенсивно выделяющихся из ванны; 2) бурным характером реакций, которые могут привести к выбросу шлака и металла.

Поэтому в первый период кампании печи (до 100-й плавки по насадкам) тепловые нагрузки обычно уменьшались до 20 млн. ккал/час. После 100-й плавки интенсивность реакций по окончании заливки чугуна резко снижалась, тепловые нагрузки в этот период увеличивались до 23—24 млн. ккал/час.

Период плавления

Характер и интенсивность реакций, протекающих во время плавления, в значительной степени обусловлены предшествующими периодами плавки — завалкой, прогревом и заливкой чугуна. Однако тепловой и технологический режим самого периода плавления имеет не менее важное значение для всего хода плавки.

Тепловая нагрузка печи во время плавления зависит от интенсивности реакций, протекающих в ванне и, в свою очередь, оказывает сильное влияние на их интенсивность.

Бурные реакции после заливки чугуна во время известкового кипения вынуждают уменьшать тепловую нагрузку из-за перегрева насадок в результате недостатка воздуха, хотя тепловосприятие ванны в это время велико. Это снижение тепловой нагрузки уменьшает интенсивность реакций. Часто в течение 15—20 мин. после окончания рудного периода перед началом известкового кипения шлак сильно пенится и кипение ослабевает.

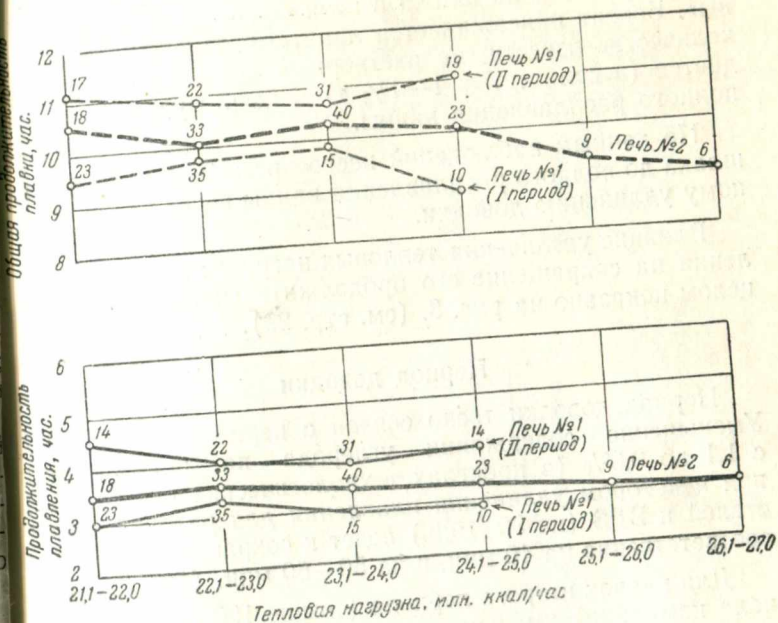


Рис. 8. Зависимость продолжительности плавления и плавки в целом от тепловой нагрузки в период плавления

Сталевар т. Помятун, добившийся наименьшей продолжительности периодов плавления и доводки, уменьшает расход коксового газа до 3,5 тыс. м³/час после заливки чугуна (на 10—20 мин.), лишь в случае бурных реакций, затем снова повышает расход коксового газа до 4 тыс. м³/час и доменного газа — до 5 тыс. м³/час. Сред-

няя тепловая нагрузка в период плавления поддерживается им около 22,5 млн. ккал/час.

Обычно шлак начинает сходить самотеком сразу после заливки чугуна тонкой струей; через 10—15 мин. шлак усиливается.

В течение 1 час. — 1 час. 20 мин. спускается $\frac{3}{4}$ —1 часть хорошо осажденного шлака.

Для работы сталеваров тт. Помятуна и Небылицы характерна осадка шлака в печи бокситом во время «пены». Боксит присаживается лопатами. При значительном количестве извести, не растворившейся в шлаке, боксит дается (в количестве 1—1½ т) в печь мульдой еще до полного расплавления ванны.

По данным наблюдений несвоевременное исправление шлака до полного расплавления ванны ведет к значительному удлинению доводки.

Влияние увеличения тепловых нагрузок в период плавления на сокращение его продолжительности и плавки в целом показано на рис. 8. (см. стр. 29).

Период доводки

Период доводки тесно связан с периодом плавления. Уменьшение содержания углерода по расплавлению с 1,1 до 0,6% (в пределах технологических инструкций) при некотором удлинении плавления для рядовых марок сталей и ВГВ (на 30 мин.) ведет к сокращению доводки соответственно на 40 мин. и на 50—60 мин. (рис. 9, а).

Для плавов второго периода (свыше 100 плавов от начала кампании) уменьшению содержания углерода в тех же пределах соответствует увеличение длительности плавления на 50 мин. и сокращение продолжительности доводки на такую же величину как для рядовых марок стали, так и для ВГВ (рис. 9, б).

Большие различия в требованиях, предъявляемых к металлу рядовых кипящих сталей и сталей для глубокой вытяжки — ВГВ и ОВГВ, обуславливают необходимость раздельного рассмотрения периода доводки для этих групп марок стали.

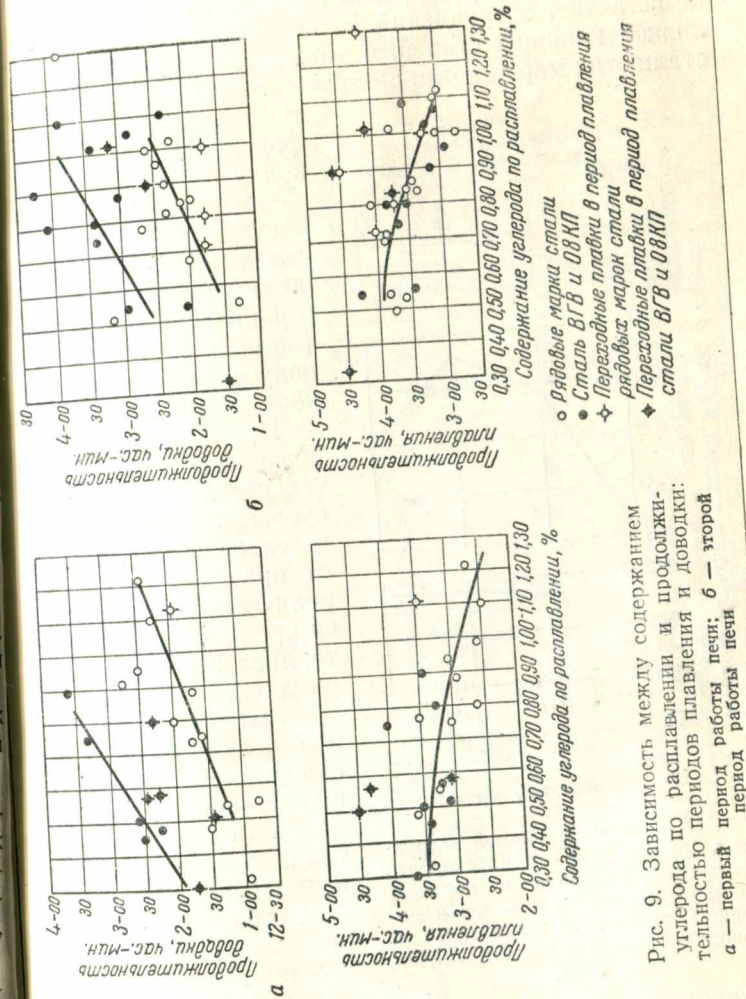


Рис. 9. Зависимость между содержанием углерода по расплавлению и продолжительностью периодов плавления и доводки: а — первый период работы печи; б — второй период работы печи

РЯДОВЫЕ КИПАЩИЕ СТАЛИ

Выплавка рядовых кипящих сталей марок Ст. 3, Ст. 25КП, 15КП в мартеновском цехе завода «Запорожсталь» не встречает затруднений. Это объясняется сифонной подачей жидкой ванны кипящих сталей, а также тем, что при выплавке сталей этих марок легко достигается необходимое содержание серы, что позволяет форсированно вести водку плавки.

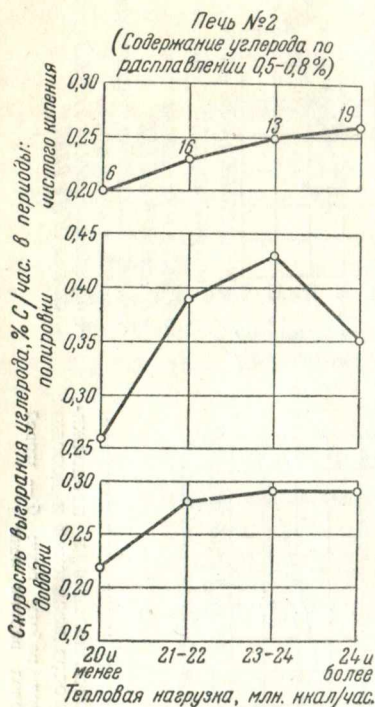


Рис. 10. Влияние тепловой нагрузки в период доводки на скорость выгорания углерода в периоды полировки, чистого кипения и доводки (плавки с присадками в доводку более 2 т извести исключены)

Опоздание с наводкой шлака приводит к затягиванию плавки, так как исправление шлака требует значительной затраты времени.

При интенсивной полровке ванны продолжительность доводки несколько сокращается. Значительно больший эффект от присадок повышенного количества руды достигается при повышенной подаче топлива в печь в этот период (табл. 8).

С увеличением тепловой нагрузки до 24 млн. ккал/час скорость выгорания углерода возрастает так и во время чистого кипения (рис. 10).

Особо важное значение для сокращения продолжительности доводки имеет шлаковый режим плавки. Приводит к затягиванию плавки, так как исправление шлака требует значительной затраты времени.

Продолжительность чистого кипения без присадок составляет 40-50 мин. Известь дается в ограниченных количествах (обычно не более 2 т) для получения шлака основнойностью 2,0-2,5.

Влияние тепловой нагрузки в период доводки на продолжительность этого периода (плавки с присадкой в доводку не более 2 т извести)

Тепловая нагрузка млн. ккал/час	Печь № 1						Печь № 2					
	Первый период			Второй период			Первый период			Второй период		
	количество плавов	содержание С в ванне по расплавлению, %	дано руды, т в среднем, т	продолжительность доводки час. — мин.	количество плавов	содержание С в ванне по расплавлению, %	дано руды, т в среднем, т	продолжительность доводки час. — мин.	количество плавов	содержание С в ванне по расплавлению, %	дано руды, т в среднем, т	продолжительность доводки час. — мин.
20 и ниже	18	0,64	2,55	1-51	8	0,68	3,5	1-34	5	0,62	1,7	2-10
21-22	9	0,67	2,67	1-46	8	0,64	2,1	1-55	19	0,65	1,9	1-52
23-24	5	0,58	3,0	1-28	4	0,6	2,1	2-00	12	0,67	2,2	1-43
Выше 24	5	0,58	3,0	1-28	—	—	—	—	11	0,63	2,66	1-37
Содержание углерода по расплавлению 0,5-0,8%												
20 и ниже	10	1,0	5,6	2-32	4	1,05	5,75	3-15	4	1,02	4,8	2-39
21-22	17	0,98	5,1	1-58	7	0,98	6,1	2-14	15	0,94	5,4	2-06
23-24	4	1,07	6,0	1-47	7	0,92	5,0	1-53	19	0,99	5,6	2-08
Выше 24	4	1,07	6,0	1-47	—	—	—	—	6	0,94	5,8	2-06

В табл. 9 приводится зависимость между количеством извести, присаженной в период доводки, и продолжительностью этого периода.

Таблица 9
Зависимость между количеством извести, присаженной в период доводки, и продолжительностью этого периода

Присадка извести <i>m</i>	Печь № 1				Печь № 2	
	Первый период		Второй период		количество плавков	продолжительность доводки час.—мин.
	количество плавков	продолжительность доводки час.—мин.	количество плавков	продолжительность доводки час.—мин.		
Содержание углерода по расплавлению 0,5—0,8						
0—1,0	27	1—43	25	1—40	51	1—
1,1—2,0	8	2—10	8	1—54	12	2—
2,1—3,0	3	2—23	5	1—59	4	2—
Содержание углерода по расплавлению 0,81—1,2						
0—1,0	28	2—03	23	2—15	26	2—
1,1—2,0	8	2—05	11	2—40	13	2—
2,1—3,0	7	2—30	9	2—25	10	2—
3,1—4,0	3	2—20	4	3—08	3	2—

Присадки извести с целью исправления шлака приводят к удлинению периода доводки. В связи с этим необходимо рассмотреть вопрос о влиянии количества извести, даваемого в завалку, на продолжительность плавления и доводки (табл. 10).

Исследованиями установлено, что с увеличением количества известняка в завалку продолжительность плавления увеличивается во всех случаях: чем холоднее работает печь, тем резче это сказывается. Увеличение количества известняка в завалку вызывает сокращение продолжительности доводки только в тех случаях, когда в результате значительного сокращения дачи извести в доводку основность шлака перед раскислением не возрастает.

Таблица 10

Зависимость между количеством известняка, даваемого в завалку, и продолжительностью периодов плавления и доводки

Дано известняка в завалку, г	Количество плавков	Продолжительность час.—мин.			Содержание кремния в чугуне, %	Содержание углерода по расплавлению, %	Основность шлака по расплавлению	Основность шлака перед раскислением	Дано извести в доводку, г
		плавления	доводки	сумма плавления и доводки					
Печь № 1 — первый период									
4—15	20	2—57	2—02	4—59	0,76	0,80	1,6	2,2	0,95
16—17	45	3—00	2—09	5—09	0,85	0,92	1,64	2,16	0,90
18—19	28	3—21	2—06	5—27	0,98	0,78	1,65	2,50	1,26
Печь № 1 — второй период									
4—15	19	3—10	2—12	5—22	0,73	1,04	1,5	2,0	1,7
16—17	50	3—47	2—03	5—50	0,79	0,75	1,8	2,30	1,24
18—19	10	4—06	2—05	6—10	1,0	0,73	1,6	2,40	0,7
Печь № 2									
4—15	22	3—01	2—37	5—38	0,70	0,99	1,5	2,2	2,15
16—17	76	3—32	2—01	5—33	0,79	0,77	1,7	2,2	1,12
18—19	36	3—39	2—00	5—39	0,98	0,77	1,8	2,3	1,0

В этом случае (печь № 2) сумма плавления и доводки остается неизменной, в противном случае (печь № 1 — первый и второй периоды) продолжительность суммы этих периодов возрастает.

Таким образом, с увеличением основности шлака перед раскислением в результате увеличения количества известняка в завалку или извести в доводку, заметно удлиняется сумма периодов плавления и доводки, а следовательно и всей плавки. Из этого вытекает, что: 1) основность шлака перед раскислением не должна превышать необходимого минимума, и 2) основность эта должна

быть получена при возможно меньшем расходе известняка и извести.

Следует отметить, что увеличение количества известняка в завалку не всегда приводит к повышению основности шлака по расплавлению. При обычном для завода режиме завалки сыпучих растворение извести, всплывающей в шлак при разложении известняка в период плавления, заканчивается часто лишь во время доводки. С увеличением продолжительности плавления основность шлака при расплавлении возрастает (рис. 11).

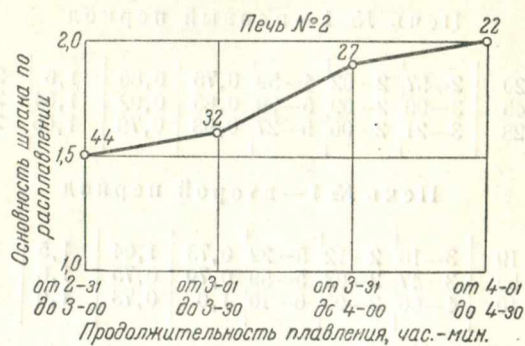


Рис. 11. Зависимость продолжительности плавления от основности шлака по расплавлению

Сталь для глубокой вытяжки — ВГВ и ОГВ. Сталь марки ВГВ должна содержать в ковше пробы $\leq 0,08\%$ С, $\leq 0,025\%$ S, $0,30-0,40\%$ Mn, $\leq 0,020\%$ P, а сталь марки ОГВ — не более $0,07\%$ S, $0,30-0,40\%$ Mn, $\leq 0,020\%$ P. Требования к столь низкого содержания серы и определяет характер доводки стали этих марок (содержание серы по расплавлению обычно $0,040-0,050\%$).

В завалку плавков ВГВ и ОГВ дают повышенное количество известняка, в период плавления спускают $8-11 \text{ м}^3$ шлака, во время полировки скачивают дополнительно $3-5 \text{ м}^3$ шлака; при этом часто скачивание шлака в полировку ведется в течение $8-15$ мин. при выключенном газе, что вызывает заметное застуживание ванны

Взаимосвязь между основностью шлака по расплавлению, продолжительностью периодов плавления и доводки и скоростью десульфурации в период доводки (стали ВГВ и ОГВ)

Печь № 1

Основность шлака по расплавлению	Первый период				Второй период				скорость десульфурации % S/час	
	количество плавков	продолжительность, час. — мин.		количество створок плавков	количество створок плавков	продолжительность, час. — мин.		плавление и доводки		плавление и доводки
		плавление	доводки			плавление	доводки			
1,2—1,5	8	3—09	3—58	14	3—44	4—01	7—45	0,0054		
1,51—1,8	3	2—47	4—38	11	3—26	3—44	7—10	0,0054		
1,81—2,1	8	3—29	3—04	5	4—53	3—28	8—21	0,0049		
2,11 и выше	16	3—33	3—05	8	4—14	3—24	7—38	0,0061		

Основность шлака по расплавлению	Печь № 2				Средние суммарные по двум печам				
	количество створок плавков	продолжительность, час. — мин.		количество створок плавков	количество створок плавков	продолжительность, час. — мин.		количество створок плавков	скорость десульфурации % S/час
		плавление	доводки			плавление	доводки		
1,2—1,5	14	3—18	3—45	36	3—26	3—54	7—20	0,0050	
1,51—1,8	12	3—30	3—56	26	3—23	3—56	7—19	0,0052	
1,81—2,1	11	3—59	3—34	24	4—00	3—23	7—23	0,0053	
2,11 и выше	24	3—58	3—16	48	3—52	3—14	7—06	0,0059	

В доводку присаживается обычно от 3 до 6 т извести, которая дается по 1—2 т с интервалом в 15—20 мин. В качестве плавня применяется плавиковый шпат. Основное количество конечного шлака находится в пределах 2,5—3,8. Полировка ванны рудой ведется с учетом содержания углерода после расплавления и скорости удаления серы.

Основной путь сокращения периода доводки для этих марок — возможно раньше получить высокоосновной шлак нормальной консистенции.

Повышение основности шлака по расплавлению обеспечивает увеличение скорости десульфурации в период доводки (табл. 11). Продолжительность доводки при этом значительно сокращается, однако почти в такой же мере растет продолжительность плавления. Только в первый период работы печи № 1 (с основным сводом) повышение основности шлака по расплавлению приводило к заметному сокращению суммарной продолжительности плавления и доводки. Это объясняется высокой тепловой мощностью печи в первый период работы, что позволило ускорить шлакообразование. 55% всех плавок в этот период имеют основность шлака по расплавлению 2,1—2,5, во втором периоде таких плавок на печи № 1 было всего 29%.

Сокращение суммарной продолжительности плавления и доводки может быть достигнуто получением высокоосновного шлака при меньшем расходе известняка и извести на плавку. Это достигается увеличением количества шлака, спускаемого в период плавления, и ускорение наводки шлака в период доводки.

Заметное влияние на скорость удаления серы в доводку оказывает количество присаживаемой в этот период руды. Повышенное количество руды, даваемой в доводку, уменьшает скорость десульфурации (табл. 12).

По статистическим данным для марок ВГВ и ОВГ оптимальное содержание углерода по расплавлению составляет 0,7—0,9%. Более высокое содержание углерода требует дачи больших количеств руды в доводку и, тем самым, ухудшает условия обессеривания металла. При содержании углерода ниже 0,7% проведение доводки также затрудняется, так как при этом не всегда имеется необходимый запас времени для наводки высокоосновного шлака и удаления серы до необходимых пределов.

Влияние количества руды, введенной во время доводки, на скорость десульфурации

Дано руды т	Печь № 1				Печь № 2	
	Первый период		Второй период		количество плавок	скорость десульфурации % S/час
	количество плавок	скорость десульфурации % S/час	количество плавок	скорость десульфурации % S/час		
Содержание серы по расплавлению 0,035—0,40%						
1—3	2	0,0047	2	0,0065	5	0,0055
4—5	7	0,0054	4	0,0061	11	0,0045
6—7	5	0,0054	—	—	13	0,0047
8 и более	4	0,0054	3	0,0050	4	0,0034
Содержание серы по расплавлению 0,041—0,050%						
1—3	4	0,0058	8	0,0063	7	0,0065
4—5	5	0,0064	8	0,0057	14	0,0057
6—7	2	0,0053	11	0,0051	12	0,0056
8 и более	6	0,0049	5	0,0052	4	0,0050

ЗАВИСИМОСТЬ МЕЖДУ ТЕПЛОВОЙ НАГРУЗКОЙ И ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬЮ ПЛАВКИ

Повышение тепловой нагрузки печи в отдельные периоды плавки, как уже указывалось, приводит к некоторому сокращению этих или последующих периодов плавки. Более отчетливая зависимость существует между тепловой нагрузкой в среднем за плавку и продолжительностью плавки (рис. 12).

Однако работа с повышенной тепловой нагрузкой, рациональной с точки зрения сокращения продолжительности плавки, допустима только при условии полного сгорания топлива в рабочем пространстве печи. В противном случае работа с высокими тепловыми нагрузками приводит к преждевременному износу нижнего строения печи (шлаковокров, насадок регенераторов) и ухудшению ее работы, а также к увеличенным простоям на ремонте.

Для печи № 1 с основным сводом, сокращение плавления при повышенной тепловой нагрузке сопровождается сокращением удельного расхода топлива. На печи № 2 повышение тепловой нагрузки не привело к заметному

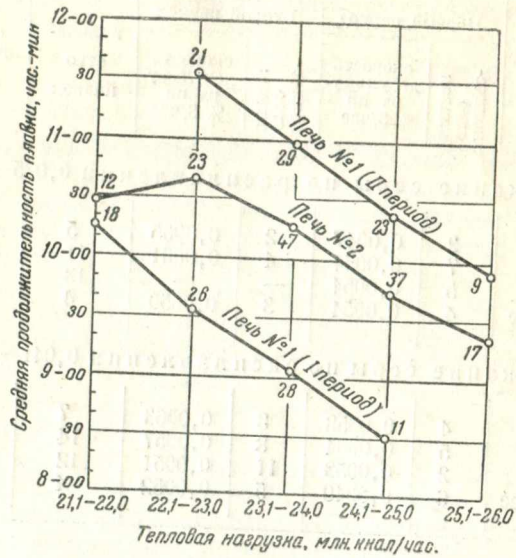


Рис. 12. Зависимость продолжительности плавки от средней тепловой нагрузки за плавку

к уменьшению удельного расхода топлива, хотя слабая тенденция к этому видна и здесь, если исключить группу плавки с тепловой нагрузкой 21,1—22,0 млн. ккал/час.

КАЧЕСТВО МЕТАЛЛА

Качество листа из кипящей стали для глубокой вытяжки марок ВГВ и ОВГВ в основном определяется глубиной вытяжки. До 1950 г. качество металла каждой плавки определялось процентом партий листа, выдержавших испытание на весьма глубокую вытяжку (% ВГ) согласно требованиям ГОСТ. В 1950 г. на заводе для характеристики качества металла каждой плавки был введен новый показатель — средний запас штампуемости,

характеризующий превышение (или же понижение) средней глубины вытяжки по всем испытаниям листа данной плавки против норм, соответствующих наиболее высоким требованиям ГОСТ, распространенным на все толщины. Для установления влияния продолжительности доводки на качество металла была проведена статистическая обработка 420 плавки сталей ВГВ и ОВГВ, выпущенных Мартеновским цехом за май — август 1950 г. (табл. 13).

Таблица 13

Влияние продолжительности доводки на % ВГ и запас штампуемости

Продолжительность доводки час. — мин.	Включая головные партии		Без головных партий		Средний запас штампуемости по всем испытанным партиям
	количество плавков	% ВГ	количество плавков	% ВГ	
От 2—00 до 2—30	7	90,0	19	96,7	0,164
» 2—31 » 3—00	29	90,0	62	96,0	0,193
» 3—01 » 3—30	43	91,0	98	97,3	0,196
» 3—31 » 4—00	54	90,1	102	97,0	0,184
» 4—01 » 4—30	36	90,9	62	97,1	0,211
» 4—31 » 5—00	16	92,7	31	96,6	0,175
Выше 5—00	9	91,9	18	98,7	0,191

Плавки, в которых подвергались испытанию листы из головных слобов, показывают слабую тенденцию к увеличению % ВГ с ростом продолжительности доводки. Данные испытаний без головных партий не показывают какого-либо изменения % ВГ в зависимости от продолжительности доводки. Запас штампуемости, определенный по всем испытанным партиям, включая головные, не дает какой-либо четкой зависимости от продолжительности доводки. Плавки с очень малой продолжительностью доводки (2 час. — 2 час. 30 мин.) показывают минимальный запас штампуемости — 0,164.

Проведенные исследования не позволили установить отчетливой связи между общей продолжительностью периода доводки и штампуемостью листа.

Для установления влияния поздних присадок руды в ванне 0,24% и ниже были выделены из плавков, рассмотренных в табл. 13 (табл. 14).

Таблица 14
Влияние продолжительности доводки на % ВГ и запас штампуемости в плавках с поздними присадками руды (при содержании углерода 0,24% и ниже)

Продолжительность доводки час. — мин.	Включая головные партии		Без головных партий		Показатели плавки с поздними присадками руды	
	количество плавков	% ВГ	количество плавков	% ВГ	запас штампуемости (среднее по всем испытанным партиям)	изменение запаса штампуемости (по сравнению с данными табл. 13)
От 2—00 до 2—30	4	83,5	8	97,5	0,188	+0,024
» 2—31 » 3—00	6	88,0	12	98,0	0,162	-0,031
» 3—01 » 3—30	11	92,0	22	97,0	0,173	-0,023
» 3—31 » 4—00	11	88,9	24	98,0	0,152	-0,032
» 4—01 » 4—30	12	91,7	22	97,4	0,198	-0,013
» 4—31 » 5—00	8	89,5	14	95,5	0,201	+0,026
Выше 5—00	—	—	—	—	—	—

В плавках с поздними присадками руды выход ВГ мало отличается от выхода ВГ при нормально проведенной плавке (табл. 14). Запас штампуемости заметно снижается. В этих плавках видно закономерное возрастание запаса штампуемости с ростом продолжительности доводки, если исключить группу с продолжительностью доводки 2 час. — 2 час. 30 мин., насчитывающую всего восемь плавков.

В табл. 15 приведены данные, характеризующие связь между продолжительностью чистого кипения ванны (без присадок руды и других материалов) и показателями штампуемости листа.

Из табл. 15 видно, что наибольший запас штампуемости, а также наибольший % ВГ достигается при продолжительности чистого кипения без присадок 1 час.

мин. — 2 час. 10 мин. (для % ВГ оптимальная продолжительность 2 час. 11 мин. — 2 час. 20 мин.). Как и следовало ожидать, зависимость запаса штампуемости от продолжительности чистого кипения имеет восходящую и нисходящую ветви.

Таблица 15
Влияние продолжительности чистого кипения на % ВГ и запас штампуемости

Продолжительность чистого кипения (без присадок) час. — мин.	Количество плавков	% ВГ без головных партий	Запас штампуемости	Содержание FeO в конечном шлаке %
До 1—10	61	97,8	0,179	17,2
От 1—11 до 1—30	105	96,4	0,183	16,8
» 1—31 » 1—50	111	96,5	0,180	16,8
» 1—51 » 2—10	64	98,1	0,229	16,3
» 2—11 » 2—30	38	98,7	0,190	15,9
Свыше 2—31	29	96,9	0,160	14,8

Увеличение продолжительности чистого кипения без присадок сопровождается снижением содержания FeO в конечном шлаке, в то время как запас штампуемости вначале возрастает, а затем начинает снижаться. Это показывает, что чрезмерная продолжительность чистого кипения приводит к снижению запаса штампуемости, несмотря на уменьшение содержания FeO в шлаке.

По приведенным данным поздние присадки руды, при содержании углерода в ванне 0,24% и менее, вызывают понижение глубины вытяжки холоднокатаного листа. К неблагоприятным результатам приводит также длительное кипение ванны без присадки руды (более 2 час. 30 мин.).

Наилучшие результаты достигаются при продолжительности чистого кипения (без присадок) около 2 час. Это соответствует последним присадкам руды при содержании углерода в ванне около 0,30%.

Очевидно, нецелесообразно для всех плавков стали марок ВГВ и ОВГВ добиваться столь длительной продолжи-

тельности чистого кипения, так как при существующих технологиях выплавки эта сталь в большинстве случаев удовлетворяет требованиям, предъявляемым к листовому металлу. Однако указанной выше продолжительности чистого кипения целесообразно придерживаться при плавках, когда необходимо получить металл с повышенными требованиями в отношении глубины вытяжки.

ВЫВОДЫ

1. Качественная заправка печи заправочной машиной может быть произведена за 10—20 мин. Повышение тепловой нагрузки в период заправки до 21 млн. ккал/час приводит к сокращению плавки.

2. Сокращение продолжительности завалки до 1 часа (минимальный предел, достигнутый в цехе) приводит к сокращению продолжительности плавки, однако возможно только при выборочной погрузке исключительно тяжеловесного лома.

Резкие колебания в количестве мульд с шихтой, идущих в одну плавку, помимо отрицательного влияния на технологию плавки, крайне осложняют работу шихтового двора.

Целесообразно стандартизировать шихту с тем, чтобы количество составов с шихтой, идущих на одну плавку, было постоянным. При этом продолжительность завалки будет составлять 1,5—2 часа.

С увеличением тепловой нагрузки в период завалки с 23 до 29 млн. ккал/час продолжительность плавления сокращается.

При затяжных завалках повышенный расход топлива в этот период становится нерациональным.

3. Послойный прогрев сыпучих материалов позволяет уменьшить продолжительность плавки за счет сокращения продолжительности плавления.

4. Всякое увеличение основности конечного шлака за счет повышения расхода известняка в завалку или извести в доводку приводит к удлинению плавки.

Увеличение количества спускаемого в период плавления шлака и изменение порядка завалки сыпучих (завал-

большого количества руды поверх известняка) позволяет получить требуемую конечную основность шлака при уменьшении расхода известняка и извести.

5. Период прогрева шихты после окончания завалки уменьшается с удлинением завалки. Существует оптимальная продолжительность периода прогрева, которая зависит от порядка и скорости завалки сыпучих, от характера и скорости завалки железного лома, от тепловой нагрузки в предыдущие периоды плавки. Опыт сталевара Торгашева показывает, что прогрев в первый период работы печи может быть короче, чем практикуемый другими сталеварами печи № 1, и должен быть при стандартной шихте в пределах от 40 мин. до 1 часа. Во второй период работы печи (свыше 100 плавков) прогрев должен быть увеличен до 1 час. 15 мин. — 1 час. 40 мин. Более короткие и более длительные прогревы приводят к увеличению общей продолжительности плавки.

6. Продолжительность плавления в значительной мере обусловлена характером проведения предыдущих периодов плавки.

Повышение тепловых нагрузок до 23 млн. ккал/час сокращает длительность плавления.

7. Сокращение периода доводки достигается за счет интенсивной полировки ванны рудой при повышенной тепловой нагрузке до 23 млн. ккал/час.

8. Продолжительность чистого кипения (без присадок) оказывает значительное влияние на качество холоднокатаного листа, предназначенного для глубокой вытяжки. Средняя глубина вытяжки листа возрастает с увеличением продолжительности чистого кипения до 2 час. Учитывая, что лист при существующей технологии выплавки удовлетворяет в большинстве случаев требованиям потребителя, нет оснований удлинять период чистого кипения для всех плавков стали ВГВ и ОВГВ. Это может быть целесообразным лишь для особо ответственных марок сталей.

9. Увеличение средней тепловой нагрузки по плавке в целом до 25 млн. ккал/час приводит к сокращению продолжительности плавки и уменьшению удельного расхода топлива.

С этой точки зрения являются допустимыми следующие тепловые нагрузки по периодам плавки (в ккал/час): заправка — 19—21, завалки — 26—29, грив — 24—27, заливка чугуна — 20—23, плавление — 21—23, полировка — 21—23, чистое кипение — 20—22.

Без обеспечения нормального сжигания топлива в боюем пространстве печи указанные тепловые нагрузки являются недопустимыми, так как приводят к преждевременному разрушению нижнего строения печи и уменьшению годовой производительности.



СКОРОСТНОЕ СТАЛЕВАРЕНИЕ НА ЗАВОДЕ им. ДЗЕРЖИНСКОГО

КРАТКАЯ ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЦЕХА И ПЕЧЕЙ

В основном здании мартеновского цеха № 2 расположены печное, миксерное и разливное отделения. К печному пролету примыкают небольшие шихтовые дворы. Миксер находится в середине цеха. Особенности печей являются: хромомagneзитовые своды, большое сечение газового и воздушного пролетов, близкое расположение пережимов пламенного окна к рабочему пространству и воздушных вертикалов к пламенному окну. Печи оборудованы автоматическими приборами, регулирующими тепловой режим, и работают на тройной газовой смеси из доменного, коксовального и генераторного газов. На воздушно-дымовом пути установлены шиберы и дроссельные клапаны, а на газо-дымовом — тарельчатые клапаны.

Подготовка лома для завалки мартеновских печей производится следующим образом.

Вследствие малой площади шихтового двора около 35—40% всего лома по весу погружается в копровом цехе в мульды, установленные по четыре на раме, и перевозится на специально оборудованных платформах. Разгрузка платформ производится по мере расходования лома в завалку. Остальной лом из копрового цеха поступает на шихтовый двор на платформах и перегружается электромагнитными кранами непосредственно в мульды или складывается. Таким же способом разгружаются отходы рельсобалочного и железопрокатного цехов.

Анализ данных поступления лома за три месяца (сентябрь, октябрь, ноябрь 1950 г.) показывает, что при наличии в нем около 70% тяжеловесного лома с весом одной мульды от 1 до 4 т для одной завалки необходимо в среднем подготовить 42 мульды лома. Число мульд колеблется в пределах от 24 до 92 мульд на плавку.

Значительные колебания числа мульд на одну завалку, а следовательно, резкие колебания в длительности завалки шихты, являются результатом отсутствия стандартизации состава лома, идущего в завалку.

Скрап из копрового и рельсобалочного цехов и из проливочного пролета подается в мульдах, установленных в рамах. Завалка шихты в мартеновские печи производится напольной завалочной машиной. Шлак из печей скапливается в шлаковые чаши емкостью 11 м³.

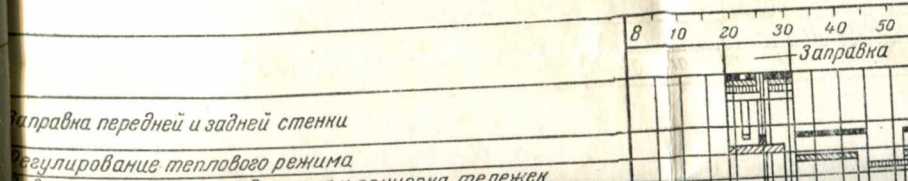
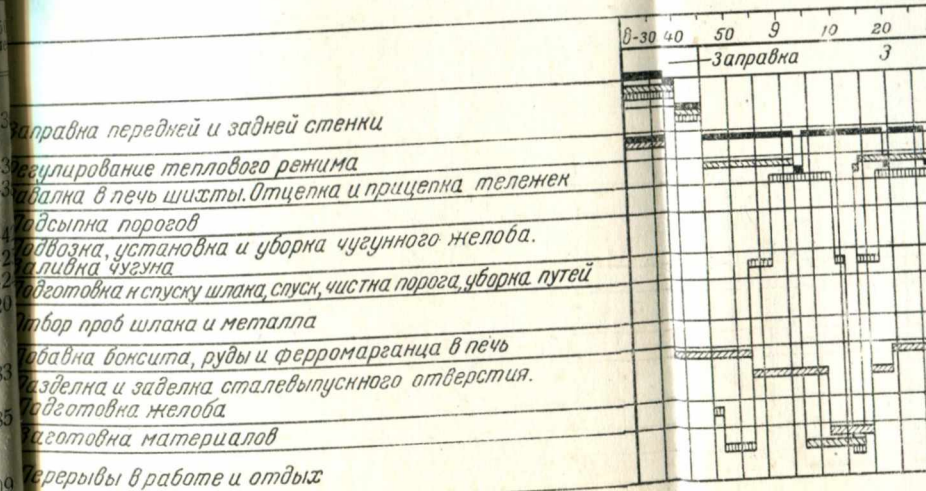
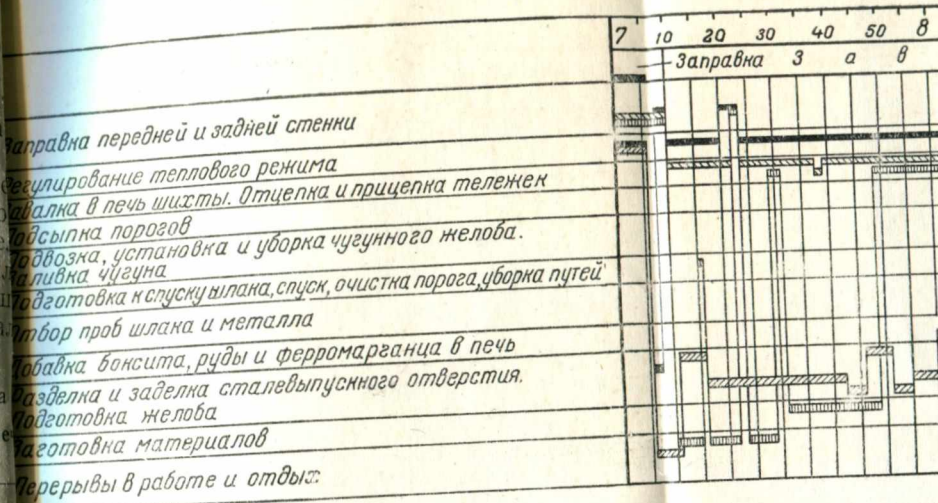
За последние годы технико-экономические показатели работы мартеновских печей завода им. Дзержинского резко улучшились. Значительно сократилась продолжительность плавки, увеличилась выплавка стали, снизился удельный расход топлива (табл. 16). Этому в большей мере способствовало широкое развитие движения сталеваров-скоростников.

Таблица

Технико-экономические показатели работы мартеновских печей завода им. Дзержинского

Показатели	Годы					
	1945	1946	1947	1948	1949	1950
Продолжительность плавки час.—мин.	10—00	9—48	9—00	7—54	7—06	6—30
В том числе:						
завалка	—	—	0—49	0—45	0—37	0—30
прогрев и заливка чугуна	—	—	0—44	0—47	0—43	0—40
плавление	—	—	3—03	2—52	2—37	2—20
доводка	—	—	1—51	1—35	1—25	1—20
Вес плавки, % к 1945 г.	100	107	113	119	119	120
Съем с 1 м ² площади пода в календарные сутки, % к 1945 г.	100	106,5	129,5	155,5	173,0	183
То же, в номинальные сутки	100	108	125	157	174	185
Производительность печи за фактическое время, % к 1945 г.	100	108	112	119	189	209
Удельный расход топлива, % к 1945 г.	100	83	70	59	53	53

МЕТОДЫ РАБОТЫ СТАЛЕВАРОВ-СКОРОСТНИКОВ



Значительные колебания числа мульд на одну за-
валку, а следовательно, пере-
завалк
дартиз
Скф
ливочн
рамах.
наполь
вается
За 1
работы
ко улуч
ность
удельнь
мере сп
варов-с

Технико-э

Г
Продоль
плавки
В том
за
за
пф
пл
до
Вес плав
Съем с 1.
в кал
ки, %
То же,
сутки
Производ
за факт
% к 1с
Удельный
ва, % г

МЕТОДЫ РАБОТЫ СТАЛЕВАРОВ-СКОРОСТНИКОВ

Мартеновская печь № 8, на которой работает знатный сталевар П. С. Кочетков, обслуживается, как и другие мартеновские печи, бригадой из четырех человек: сталева, первого подручного и двух вторых подручных. Помимо этого в каждом блоке, состоящем из двух печей, имеются бригады шихтовщиков-заправщиков из пяти человек, занимающихся погрузкой шихты, подачей к печи вагонеток с шихтой и с заправочными материалами, а также заправкой печей.

Заправка печи

Заправка задней и передней стенок производится вручную и начинается в период доводки плавки — за 30—40 мин. до выпуска. После выпуска заправка длится обычно от 8 до 15 мин.

Заправка до выпуска выполняется всей бригадой. Иногда к этой работе привлекаются старшие шихтовщики-заправщики. Во время и после выпуска металла из печи в заправке участвуют все шихтовщики-заправщики, свободные от погрузки материалов на шихтовом дворе.

На рис. 13 приведена схема организации работы по загрузке порогов бригад тт. Кочеткова, Михайлец, Матвеев. В период заправки тепловая нагрузка печи поднимается в пределах 12—15 млн. ккал/час.

Завалка шихты

Завалка шихты производится напольной завалочной машиной. Перед началом завалки на шихтовом дворе площадки подготавливают 4—6 мульд с сыпучими материалами и 8 мульд с ломом.

Во время завалки шихты в печь первый подручный сталева находится на завалочной машине для помощи машинисту. Один из вторых подручных вместе со старшим шихтовщиком-заправщиком производит отцепку вагонеток с шихтой, поданных к печи мостовым краном, другой подготавливает желоб и сталевыпускное отверстие для выпуска плавки. В завалку идут обрезь с заготовочного цеха, отходы своего и бессемеровского цеха, разделанные «разлы», скрап, стальной и чугунный лом.

В первую очередь на подину заваливают 2—5 т легкого лома, затем 5—6 мульд руды и 5—6 мульд известняка. После этого основное количество лома заваливают во второе, третье и четвертое окна. В первое и пятое окна либо ничего не заваливают, либо заваливают 1—2 мульды руды или известняка и 1—2 мульды лома. Для мартеновского цеха, работа которого анализируется, характерны значительные колебания в составе металлической части шихты. Количество тяжеловесного лома в шихте бывает различным, что видно из следующих данных. Количество мульд с металлической шихтой на одну плавку составляет от 24 до 90 (рис. 14).

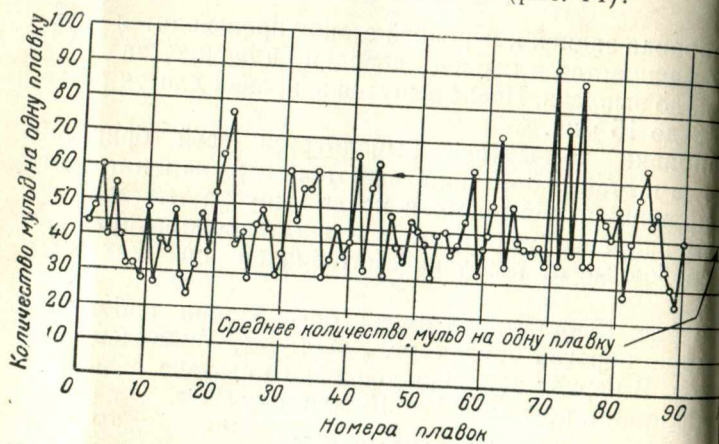


Рис. 14. Количество мульд с металлической шихтой на одну плавку

Распределение плавков на группы по количеству мульд, входящих на одну плавку, было следующее:

Количество мульд на одну плавку	Количество плавков
<30	11
31—40	31
41—50	24
51—60	14
61—70	5
>70	5

При этом составные части металлической шихты на этих плавках изменяются в следующих пределах:

Наименование	Предел колебаний, % к весу металлической шихты
Стальной лом	до 88
Недоливки, литники, слитки	» 63
«Козлы» и скрап	» 100
Обрезь заготовочного стана	» 91

Завалку ведут таким образом, чтобы шихта равномерно распределялась по подине печи. Обычно завалка ведется без перерывов, если не принимать во внимание небольшие перерывы (от 3 до 5 мин.), обусловленные задержками в подаче шихты. Специальные прогревы в процессе плавки производят лишь при наличии в шихте тяжеловесного лома (недоливки и пр.).

В период завалки тепловая нагрузка колеблется от 15 до 21 млн. ккал/час; обычно она составляет 17—19 млн. ккал/час. Продолжительность завалки от одного до двух порогов.

Прогрев и плавление

Сталевары тт. Кочетков и Михайлец производят подсыпку порогов завалочных окон в течение 12—16 мин. Для сокращения продолжительности этой работы привлекаются рабочие шихтового двора, и подсыпка порога каждого окна начинается сейчас же после окончания завалки в это окно; для подсыпки одного или двух порогов требуется 8—10 мин.

После окончания завалки производится прогрев шихты, продолжительность которого зависит от характера шихты. Продолжительность прогрева и слива чугуна в это принято считать на заводе) составляет в среднем 30 мин. (от 30 мин. до 1 час.), в том числе слив чугуна из ковша) продолжается обычно 15 мин. В период прогрева шихты и слива чугуна тепловая нагрузка поддерживается в пределах 16—19 млн. ккал/час. В зависимости от состава шихты и степени ее прогрева, шлак начинает

сходить сразу или через 20—30 мин. после заливки на, а иногда только через час и позже в зависимости степени прогрева шихты.

Спуск шлака продолжается 30—50 мин. За это время сходит 6—10 т шлака. В начале спуска шлака основность его равна 0,4—1,1, содержание FeO — 25—40%, в конце спуска основность равна 0,7—1,2, а содержание FeO — 12—30%.

Сталевар т. Кочетков стремится к спуску возможно большего количества шлака во время плавления; тепловая нагрузка поддерживается в этот период в пределах 18 млн. ккал/час.

При завалке большого количества «козлов» и тяжелого лома плавление задерживается. В этом случае «козлы» сталкивают завалочной машиной, либо ускоряют плавление продувкой ванны сжатым воздухом.

Продолжительность периода плавления колеблется от 1 час. 30 мин. до 3 час. 30 мин. Шлак к концу плавления содержит 10—18% FeO и 7—14% MnO, основность шлака 1,4—1,8.

Период доводки

В зависимости от содержания углерода по расплавлению, при выплавке кипящей стали в ванну присаживают следующее количество руды:

Содержание углерода по расплавлению %	Количество руды, присаживаемой в период доводки, т
Менее 0,5	Без руды
0,60—0,69	0,0—1,0
0,70—0,79	0,0—1,5
0,80—0,89	1,0—2,5
0,90—0,99	1,5—3,0
1,20—1,29	2,0—4,0

В одних плавках руду присаживают за 15—20 мин в два приема порциями до 1 т, в других — в один прием порцией до 1,5 т. В некоторых плавках в период доводки присаживают известняк для корректировки состава шлака. Шлак в период доводки не спускается.

Технологические показатели исследованных плавков

Группы плавков по продолжительности час.—мин.	Количество плавков	Шихта				Содержание углерода в ванне по расплавлению, %	Основность шлака перед расплавлением	Присадки по расплавлению				Присадки после расплавления				Скорость выгорания углерода в период доводки % С/час	
		чугун	известняк, т	известняк руды, т	химический состав %			известняк, т	боксита, т	руды, т	известняк, т	боксита, т	известняк, т	руды, т	известняк, т		боксита, т
От 5—01 до 5—30	15	2,39	0,56	0,04	5,3	9,5	0,64	1,41	—	0,15	1,09	—	0,12	0,530			
» 5—31 » 6—00	52	2,25	0,61	0,038	5,7	10,6	0,69	1,65	0,9	0,15	1,63	—	0,13	0,493			
» 6—01 » 6—30	102	2,21	0,66	0,038	5,8	9,9	0,77	1,6	1,01	0,25	1,92	0,91	0,15	0,491			
» 6—31 » 7—00	91	2,22	0,55	0,04	5,8	9,7	0,82	1,55	0,87	0,15	2,03	0,85	0,16	0,526			
» 7—01 » 7—30	58	2,34	0,68	0,04	5,9	10,2	0,87	1,72	0,92	—	2,15	1,09	0,15	0,460			
» 7—31 » 8—00	42	2,16	0,72	0,04	6,1	9,8	0,93	1,75	1,02	0,29	2,76	1,27	0,23	0,445			

Содержание марганца в ванне по расплавлению составляет обычно 0,15—0,30% и к концу доводки достигает 0,25—0,40% за счет восстановления из шлака.

Содержание серы по расплавлению колеблется в пределах 0,050—0,060, а в готовом металле 0,030—0,040.

Раскисление металла в печи ведется ферромарганцем в количестве 100—400 кг, в зависимости от содержания марганца к концу доводки.

Выпуск плавки продолжается 5—7 мин.

АНАЛИЗ УСЛОВИЙ И МЕТОДОВ СКОРОСТНОГО СТАЛЕВАРЕНИЯ

При статистическом исследовании все плавки были разбиты на группы в зависимости от их продолжительности. Для каждой группы определяли среднюю продолжительность отдельных периодов, тепловую нагрузку и технологических показателей (табл. 17 и 18 и рис. 15).

Таблица

Тепловая нагрузка по периодам плавки в зависимости от общей продолжительности (по статистическим данным). Печь № 8

Группы плавки по продолжительности час.—мин.	Количество плавки	Тепловая нагрузка, млн. ккал/час					
		заправка	завалка	прогрев и слив чугуна	плавление	доводка	среднее по плавке
От 5—01 до 5—30	10	14,37	18,43	16,37	16,36	15,54	16,36
» 5—31 » 6—00	42	13,55	18,25	16,50	16,05	14,33	16,36
» 6—01 » 6—30	90	13,26	17,95	16,40	16,15	14,57	16,36
» 6—31 » 7—00	77	13,09	17,72	16,40	16,06	14,67	16,36
» 7—01 » 7—30	43	13,03	17,79	16,61	16,25	14,63	15,94
» 7—31 » 8—00	36	13,33	17,72	15,94	15,85	14,50	15,94

На основании полученных данных пришли к выводу, что увеличению продолжительности плавки соответствует увеличение продолжительности всех ее периодов главным образом завалки и доводки (табл. 19 и рис. 16).

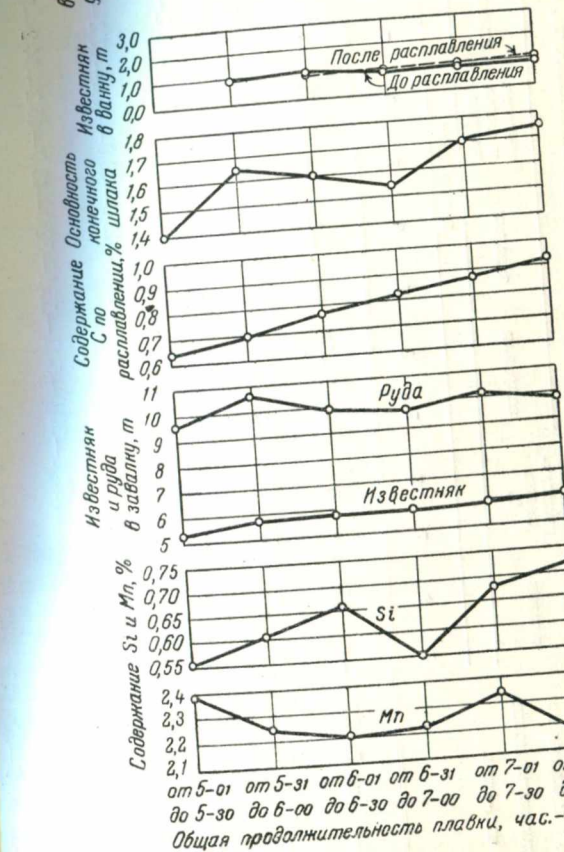
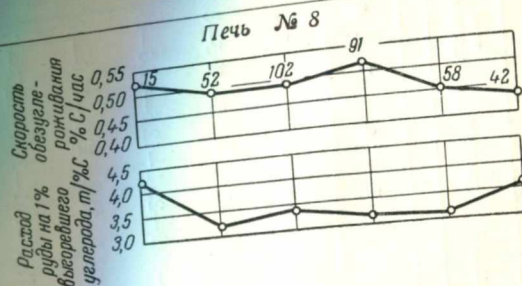


Рис. 15. Технологические показатели плавки в зависимости от их продолжительности

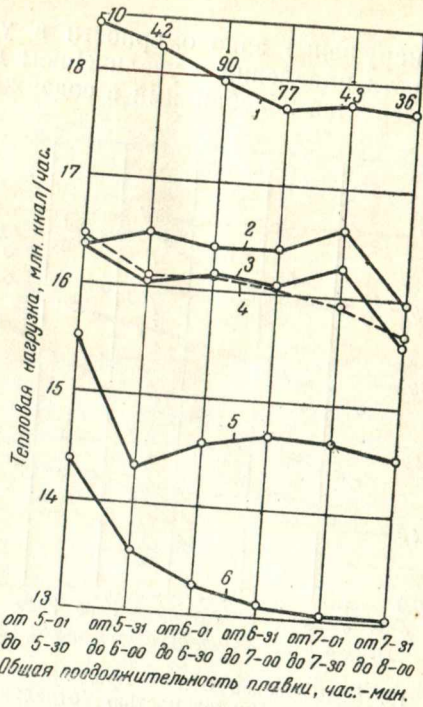


Рис. 17. Зависимость общей продолжительности плавки от тепловой нагрузки в различные периоды плавки: 1 — завалка; 2 — прогрев и слив чугуна; 3 — плавление; 4 — средняя тепловая нагрузка за плавку; 5 — доводка; 6 — заправка

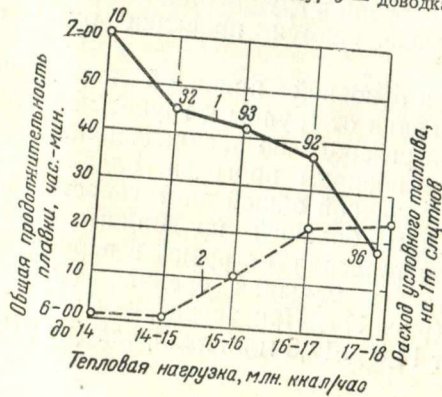


Рис. 18. Зависимость удельного расхода топлива и продолжительности плавки от средней тепловой нагрузки за плавку: 1 — продолжительность плавки; 2 — расход топлива

Продолжительность плавки уменьшается только на 6,7% (с 6 час. 45 мин. до 6 час. 18 мин.). При этом расход условного топлива на тонну стали возрастает (рис. 18 и табл. 20).

Таблица 20

Зависимость продолжительности плавки и расхода условного топлива от средней тепловой нагрузки за плавку (по статистическим данным)

Тепловая нагрузка за плавку млн. ккал/час	Количество плавков	Продолжительность плавки час.—мин.	Удельный расход условного топлива, кг/т слитков
До 14	10	7—00	181
От 14 до 15	32	6—45	181
» 15 » 16	93	6—42	191
» 16 » 17	92	6—37	202
» 17 » 18	36	6—18	204

Сравнение среднетепловых нагрузок в различные периоды кампании печи № 8 показало, что печь работает горячо на протяжении примерно 2/3 продолжительности кампании по насадкам.

Из-за ухудшения работы насадок, наступающего в последней трети кампании, увеличивается длительность плавки, как это видно из статистических данных (табл. 21).

Таблица 21

Зависимость продолжительности плавки и средней тепловой нагрузки от числа проведенных от начала кампании плавков (по насадкам)

Характеристика плавков	Число проведенных плавков от начала кампании								
	11—70	71—130	131—190	191—250	251—310	311—370	371—430	431—490	491—520
Средняя продолжительность плавки, час.—мин.	6—14	6—20	6—53	6—21	6—16	6—38	6—47	6—57	7—03
Средняя тепловая нагрузка млн. ккал/час	16,8	16,75	15,85	16,25	16,8	15,6	15,3	15,65	15,15

В табл. 22 приведена продолжительность отдельных периодов и тепловые нагрузки плавки с максимальной и минимальной длительностью.

Замеры температуры свода оптическим пирометром произведенные на печи № 8, показали, что к концу заправки температура свода составляет 1550—1600°, а к моменту выпуска плавки достигает 1700°. Температура в воздушных насадках во время завалки составляет 1170°, к концу плавления — 1240—1260° и к концу доливки уменьшается до 1200—1220°.

Сжигание топлива в рабочем пространстве протекает с достаточной полнотой. В продуктах горения СО отсутствовала, либо составляла не более 1%; содержание O₂ в большинстве плавки не превышало 1,5% и в редких случаях было 2,5—3%.

Таблица

Сравнение работы отдельных сталеваров печи № 8

Фамилия сталевара	Количество плавки, проведенных до конца одним сталеваром	Продолжительность, час.—мин.						Сохранение температуры периода по раскислению
		заправки	завалки	прогрева и слива чугуна	плавления	доводки	всей плавки	
Кочетков	13	0—17	1—14	0—42	2—25	1—12	5—50	0,8
Михайлец	17	0—19	1—27	0—45	2—00	1—06	5—37	0,6
Матолинец	13	0—13	1—23	0—50	2—03	1—23	5—52	0,8

Сравнение работы отдельных сталеваров печи № 8 показало, что ход плавки примерно одинаков и нет большой разницы ни в продолжительности отдельных периодов плавки, ни в питании печи теплом (табл. 23). Это следует объяснить тем, что достижения сталевара-скоростника П. С. Кочеткова стали достоянием лучших сталеваров цеха.

Заправка печи

Скоростные плавки характеризуются быстро проведенной заправкой.

При исследовании не была обнаружена зависимость продолжительности периода заправки и периода плавления.

Уменьшение длительности заправки обуславливает приблизительно равное по величине уменьшение продолжительности плавки (рис. 19).

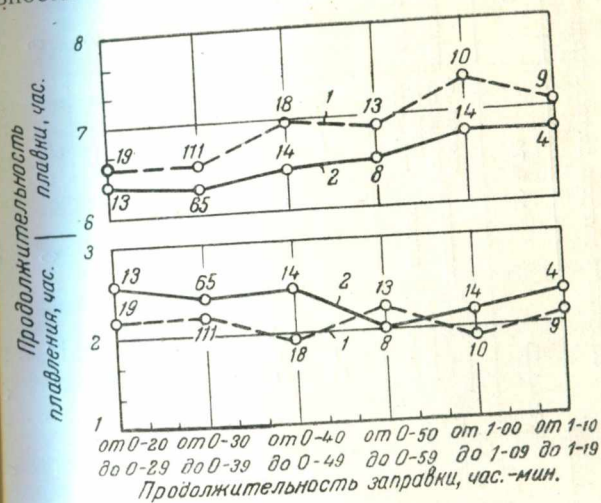


Рис. 19. Зависимость продолжительности периода плавления и плавки в целом от продолжительности заправки:

1 — продолжительность плавки, содержащих по раскислению 0,70—1,25% С; 2 — то же при содержании менее 0,70% С

Не обнаружена также зависимость между продолжительностью плавления и тепловой нагрузкой в период заправки, а зависимость продолжительности плавки от тепловой нагрузки в период заправки выражена недостаточно отчетливо (табл. 24).

Таблица 24

Зависимость продолжительности плавления и плавки в целом от тепловой нагрузки в период заправки

Тепловая нагрузка в период заправки млн. ккал/час	Содержание углерода по раскислению, %											
	до 0,70		0,71—1,25		до 0,70		0,71—1,25		до 1,25			
	продолжительность плавления час.—мин.	количество плавков	продолжительность плавления час.—мин.	количество плавков	продолжительность плавки час.—мин.	количество плавков	продолжительность плавки час.—мин.	количество плавков	продолжительность плавки час.—мин.	количество плавков		
До 10,99	2—16	9	2—08	14	6—36	9	7—03	14	6—52	23		
11,0—11,99	2—20	15	2—12	23	6—40	15	6—36	23	6—38	38		
12,0—12,99	2—25	23	2—06	34	6—34	23	6—34	34	6—34	57		
13,0—13,99	2—17	29	2—01	30	6—25	29	6—38	30	6—33	59		
14,0—14,99	2—30	14	2—06	28	6—30	14	6—33	28	6—33	42		
15,0—15,99	2—36	6	1—57	9	6—20	6	7—09	9	6—33	15		
Более 16,0	2—12	6								6—49		

Общая продолжительность заправки

Завалка шихты

Наиболее короткими были плавки, в которых общая продолжительность завалки и прогрева составляла 1 час 50 мин. — 1 час 50 мин. (рис. 20). Продолжительность

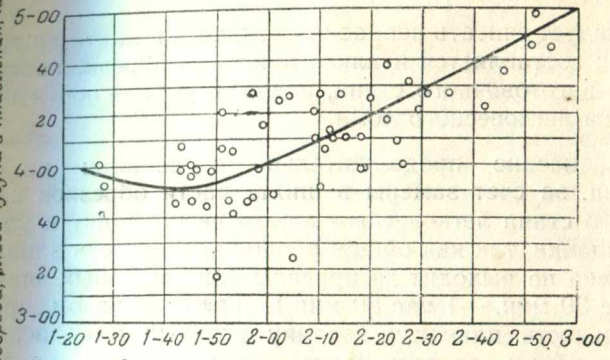


Рис. 20. Зависимость общей продолжительности завалки, прогрева и плавления от общей продолжительности завалки и прогрева

Завалки определяется характером шихты или количеством мульт с металлической шихтой.

Количество мульт на плавку	Продолжительность завалки, час.—мин.
30	От 0—45 до 1—05
40	» 0—57 » 1—30
50	» 1—05 » 1—50
60	» 1—30 » 2—10

Завалка продолжительностью менее 1 час. 20 мин. возможна лишь при условии подачи всей металлической

части шихты не более чем в 40—50 мульдах. Возможность такой подачи подтверждается балансом лова на заводе и непосредственным изучением организации работы шихтового двора и условий работы крана и заваляльных машин.

Весьма существенным условием для сокращения продолжительности плавки является стандартизация поступающего в завалку.

Следует считать неправильным, когда шихта для плавки составляется исключительно из обрезки, поступающей с заготовочного стана, а для других — почти полностью из легковесного лома.

Увеличение продолжительности завалки на 15 мин. за счет замены в шихте части обрезков заготовочного стана легковесным ломом не приводит к удлинению плавки, так как общая продолжительность завалки и прогрева не выходит за пределы оптимальных значений (1 час 30 мин. — 1 час 50 мин.). Таким образом продолжительность плавки, в завалку которых идет исключительно обрезь заготовочного стана, заметно не сокращается.

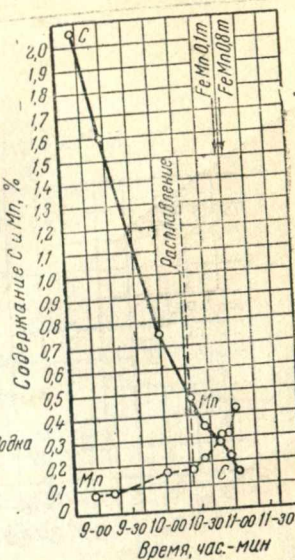
В плавках с шихтой, состоящей преимущественно из легковесного лома, завалка и вся плавка сильно затягиваются, так как общая продолжительность завалки и прогрева значительно превышает указанное оптимальное значение (рис. 21—24).

Чрезмерно большое количество «козлов» или тяжелого лома и недоливок также приводит к заметному увеличению продолжительности плавления и всей плавки в целом (табл. 25).

Изменение порядка завалки сыпучих (руда поверх известняка или известняк поверх руды) не оказывает влияния на продолжительность плавки, что повидимому объясняется малым количеством сыпучих материалов в завалку. Отмечалось лишь несколько повышенное содержание FeO в шлаке во время его спуска и повышенная основность конечного шлака в плавках с завалкой руды поверх известняка.

Шихта	Кол-во мульд
Лом стальной	8
Обрезь заг. стана	20
Лом сред. веса	4
Известняк	6
Лом жидкий	—

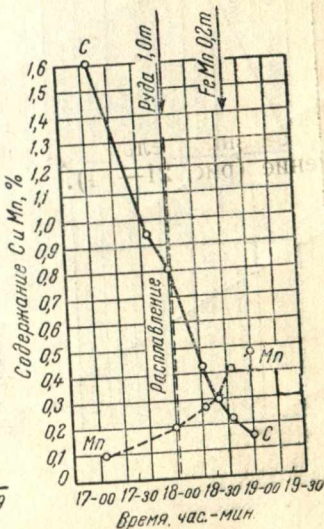
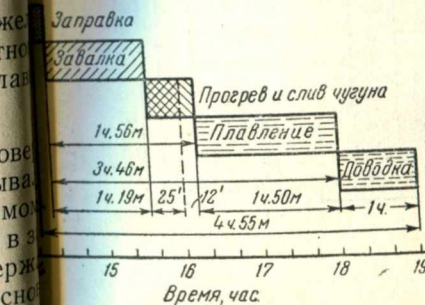
Тепловая нагрузка, млн. ккал/час	
Заправка	15,83
Завалка	20,37
Прогрев и слив чугуна	20,37
Плавление	18,52
Доводка	17,12



21. Ход плавки стали Ст. 3 с шихтой, содержащей максимальное количество обрезки с заготовочного стана

Шихта	Кол-во мульд
Лом стальной	22
«Козлы»	8
Обрезь заг. стана	12
Лом	6
Известняк	6
Лом жидкий	—

Тепловая нагрузка, млн. ккал/час	
Заправка	13,28
Завалка	21,18
Прогрев и слив чугуна	21,18
Плавление	19,28
Доводка	17,68



22. Ход плавки стали Ст. 3 с шихтой, содержащей обычное количество обрезки

Шихта	Колличество тунды
Лом стальной	72
Обрезь заг. стана	4
Скrap	12
Руда	5
Известняк	5
Чуван жидкий	—

Тепловая нагрузка, ккал/час	
Заправка	11,84
Забалка	15,59
Прогрев и слив чугуна	14,98
Плавление	13,89
Добоводка	14,99

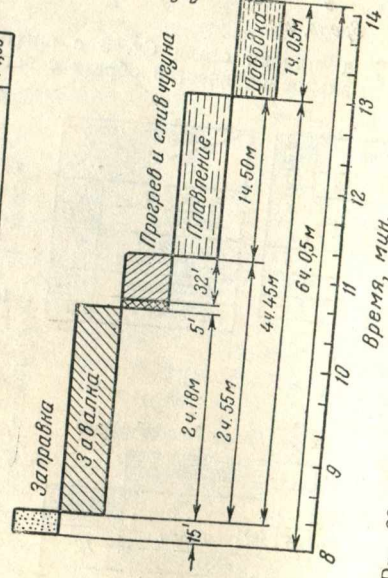
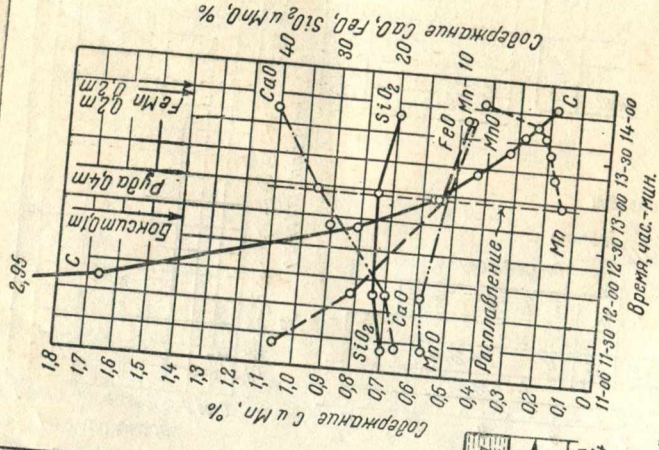


Рис. 23. Ход плавки стали Ст. 3 с шихтой, состоящей преимущественно из легковесного лома



Шихта	Колличество тунды
Лом стальной	36
"Козлы"	12
Руда	6
Известняк	4
Чуван жидкий	—

Тепловая нагрузка, ккал/час	
Заправка	13,05
Забалка	16,6
Прогрев и слив чугуна	15,3
Плавление	14,21
Добоводка	15,3

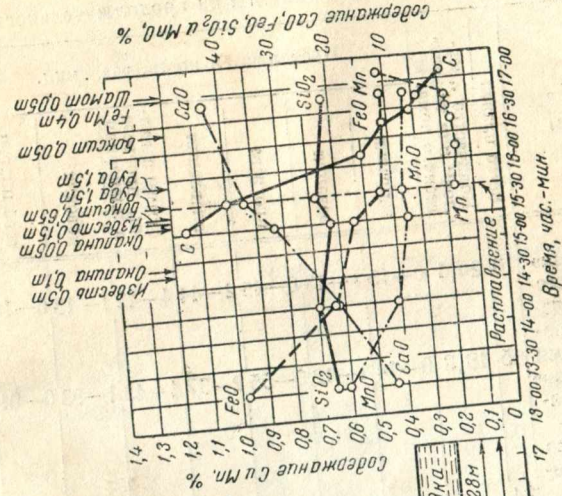
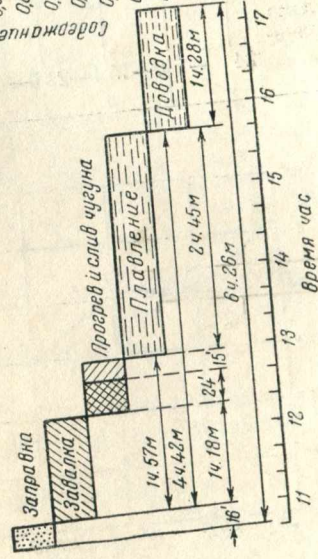


Рис. 24. Ход плавки стали Ст. 3 с большим количеством «козлов» в шихте

Однако при увеличении общей продолжительности за-
валки и прогрева от 1 час. 01 мин. — 1 час. 30 мин. до
1 час. 31 мин. — 2 час., общая продолжительность плавки

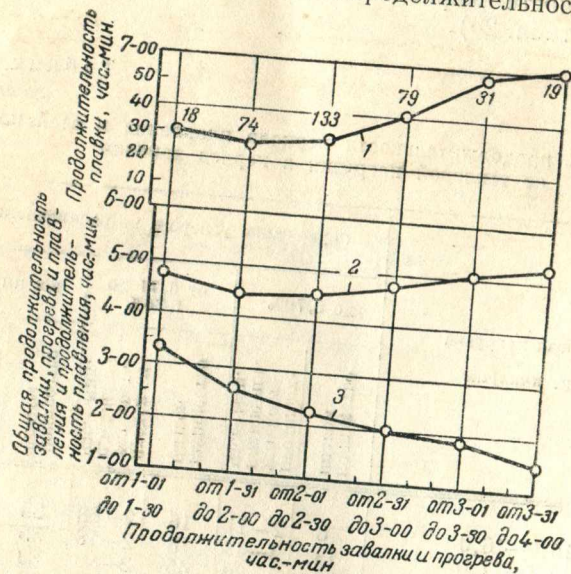


Рис. 26. Зависимость общей продолжительности за-
валки, прогрева и плавления, продолжительности
плавления и всей плавки в целом от продол-
жительности заправки и прогрева.
1 — общая продолжительность плавки; 2 — общая про-
должительность заправки, прогрева и плавления;
3 — продолжительность плавления

(без заправки и доводки) уменьшается от 4 час. 45 мин.
до 4 час. 28 мин.

В период наблюдения оптимальное значение общей
продолжительности заправки и прогрева составило 1 час
30 мин. — 1 час 50 мин.; при этом общая продолжитель-
ность заправки, прогрева и плавления колебалась от 3 час.
5 мин. до 4 час. 05 мин.

Обработка статистических данных по печи № 8 пока-
зала, что при одинаковой общей продолжительности пери-
одов заправки и прогрева изменение распределения време-

ни между этими периодами¹ не оказывает заметного влия-
ния на продолжительность плавки (табл. 27).

Таблица 27
Влияние изменения продолжительности заправки и прогрева (при
одинаковой общей продолжительности этих периодов)
на продолжительность плавки

Количество плавков	Продолжительность, час.—мин.				
	заправки	прогрева	заправки и прогрева	плавления	заправки, прогрева и плавления
12	0—58	0—46	1—44	2—31	4—15
31	1—12	0—36	1—48	2—42	4—30
24	1—25	0—31	1—56	2—26	4—22
12	1—12	1—03	2—15	2—14	4—29
39	1—24	0—47	2—11	2—20	4—31
49	1—36	0—35	2—11	2—16	4—27
31	1—54	0—31	2—25	2—08	4—33

Сравнение плавков переходящих (переданных от смены
к смене) и непереходящих в период плавления показало
большую продолжительность периода плавления и плавки
в целом для переходящих плавков (табл. 28).

Таблица 28
Сравнение продолжительности переходящих и непереходящих плавков
в период плавления

Группы плавков	Периоды плавки	Количество плавков	Продолжительность, час.—мин.					Содержание углерода по раскислению, %	
			заправки	заправки	прогрева и слына чулуна	плавления	доводки		всей плавки
Переходящие в пери- од плавления . . .		26	0—14	1—14	0—41	2—40	1—09	5—58	0,86
Непереходящие в пе- риод плавления . .		63	0—17	1—21	0—48	2—04	1—12	5—42	0,63

¹ Взаимозаменяемость продолжительности заправки и прогрева
установлена для плавков с продолжительностью заправки не менее
45 мин., а прогрева — не менее 30 мин.

Увеличение тепловой нагрузки (сверх определенного предела) в период плавления, повидимому, не оказывает влияния ни на продолжительность плавления, ни на суммарную продолжительность плавления и доводки, а следовательно и на продолжительность всей плавки (табл. 29).

Таблица 29

Влияние тепловой нагрузки в период плавления на продолжительность плавки

Тепловая нагрузка млн. ккал/час	Количество плавков	Продолжи- тельность плавления час.—мин.	Общая продолжи- тельность плавлени- я и доводки час.—мин.
До 13,99	16	1—59	3—26
14,0—14,99	31	2—15	3—32
15,0—15,99	66	2—21	3—29
16,0—16,99	79	2—13	3—28
17,0—17,99	40	2—05	3—22
18,0—18,99	14	2—15	3—37

Для определения влияния продолжительности прогрева руды и известняка на продолжительность плавки было проведено восемь опытных плавков (табл. 30).

Сравнение этих 8 опытных плавков с 56 плавками, проведенными в период наблюдения, показало, что прогрев сыпучих в течение 8—12 мин. уменьшает общую продолжительность завалки, прогрева и плавления на 5—10 мин.

Для определения влияния количества добавляемого в завалку известняка на продолжительность плавления и всей плавки было дано в завалку пяти плавков 3,2 т известняка вместо обычных 4—5 т, и в конце плавления, за 20—30 мин. до полировки, $\frac{3}{4}$ мульды извести. Если известь плохо растворялась, то добавляли 15—20 лопат окалины и боксита, что способствовало быстрому растворению извести.

При таком методе работы уже к концу расплавления основность шлака находилась в обычных пределах.

Влияние продолжительности прогрева руды и известняка на продолжительность плавки

Номер плавки	Продолжитель- ность прогрева мин.		Общая продолжительность час.—мин.			Содержа- ние угле- рода по расплавлени- ю %	Колличес- тво шлака на 1 т плавки
	извест- няка	руды	завалки, прогрева и слива чугуна	завалки, прогрева и плавлени- я	всей плавки		
1	5	5	1—42	3—45	6—09	1,07	1,2
2	5	6	2—18	4—10	5—45	0,61	0,4
3	4	6	2—31	4—27	5—39	0,68	3,2
4	4	6	2—25	4—25	6—00	0,91	4,0
5	6	5	2—35	4—13	5—18	0,58	7,0
6	5	4	1—48	3—44	6—33	0,87	4,0
7	4	5	2—14	4—27	6—08	0,63	9,8
8	2	5	2—18	3—58	5—40	1,23	

Общая продолжительность завалки, прогрева и плавления плавков с уменьшенным количеством известняка в завалку оказалась меньшей, чем суммарная продолжительность этих периодов для 56 плавков, проведенных во время наблюдения.

Статистические данные также показали, что при уменьшении количества известняка в завалку с 5 до 4 т (на 20%) продолжительность периода плавления сокращается (табл. 31).

Таблица 31
Влияние количества известняка в завалку на продолжительность плавления и доводки

Колличес- тво изве- стняка в завалку т	Колличес- тво плавков	Основ- ность конеч- ного шлака	Содержа- ние угле- рода по расплавлени- ю %	Содержа- ние крем- ния в чугуне %	Колличес- тво руды в за- валку т	Продолжи- тельность час.—мин.	
						плав- ления	до- водки
4	80	2,0	0,89	0,62	10,4	2—00	1—18
5	224	2,0	0,82	0,62	9,7	2—15	1—18

Следует отметить также увеличение содержания углерода по расплавлению при завалке 4 т известняка, несмотря на некоторое увеличение количества руды в завалку.

Как показали наблюдения, промежуток времени от окончания слива чугуна до начала схода шлака зависит от общей продолжительности завалки и прогрева

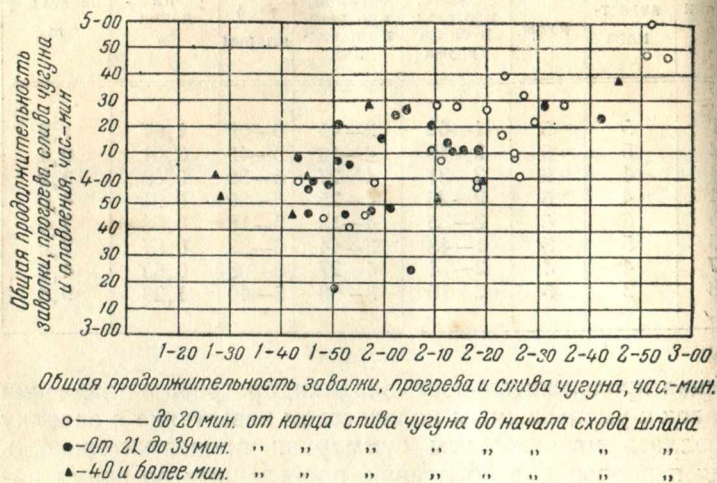


Рис. 27. Зависимость общей продолжительности завалки, прогрева, слива чугуна и плавнения от продолжительности завалки, прогрева и слива чугуна (при различных промежутках времени от конца слива чугуна до начала схода шлака)

(рис. 27). В плавках с общей продолжительностью завалки и прогрева больше 2 час. 15 мин. шлак начинал сходиться приблизительно через 20 мин. после окончания заливки чугуна, а в плавках с общей продолжительностью завалки и прогрева менее 2 час. 15 мин. — через 20—40 мин. после заливки чугуна.

Период доводки

При изменении содержания углерода по расплавлению от 0,31—0,50 до 1,31—1,51% продолжительность доводки для печей № 7 и 8 увеличивается в два раза (рис. 28 и табл. 32).

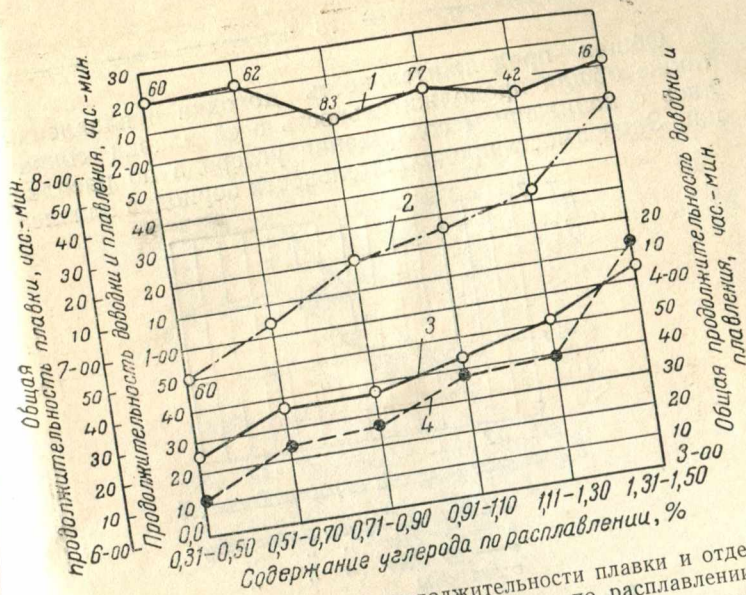


Рис. 28. Зависимость общей продолжительности плавки и отдельных ее периодов от содержания углерода по расплавлению: 1 — продолжительность плавнения; 2 — продолжительность доводки; 3 — общая продолжительность плавки; 4 — общая продолжительность доводки и плавнения

Таблица 32
Зависимость продолжительности периодов плавнения, доводки и плавки в целом от содержания углерода по расплавлению

Содержание углерода по расплавлению %	Количество плавков	Продолжительность, час.—мин.								
		плавнения				доводки и плавки				
		7	8	7	8	7	8	7	8	
0,31—0,50	15	60	2-26	2-20	1-10	0-51	3-36	3-11	6-27	6-26
0,51—0,70	42	62	2-20	2-21	1-15	1-04	3-35	3-25	6-27	6-37
0,71—0,90	50	83	2-24	2-06	1-40	1-20	4-04	3-26	6-31	6-37
0,91—1,10	47	77	2-16	2-12	1-31	1-26	3-47	3-38	6-33	6-44
1,11—1,30	39	42	2-06	2-06	1-45	1-34	3-51	3-40	6-36	6-52
1,31—1,50	10	16	1-57	2-13	2-00	2-00	3-57	4-13	6-45	7-05

Общая продолжительность доводки и плавания, а также общая продолжительность всей плавки сокращались с понижением содержания углерода по расплавлению. Зависимость продолжительности периодов плавания,

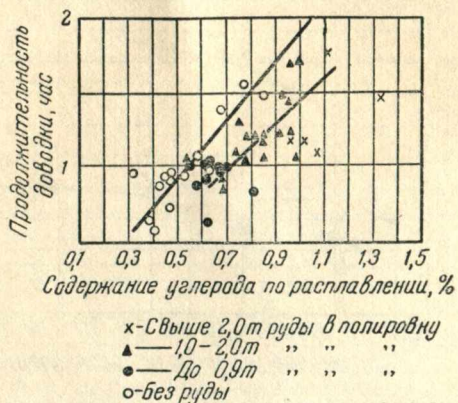


Рис. 29. Зависимость продолжительности доводки от содержания углерода по расплавлению (начало кампании по насадкам)



Рис. 30. Зависимость продолжительности плавления от содержания углерода по расплавлению (начало кампании по насадкам)

доводки и всей плавки в целом от содержания углерода в ванне по расплавлению показана на рис. 29—34. В первой половине кампании по насадкам, когда печь № 8 работала горячо, с понижением содержания углерода по



Рис. 31. Зависимость продолжительности плавки от содержания углерода по расплавлению (начало кампании по насадкам)

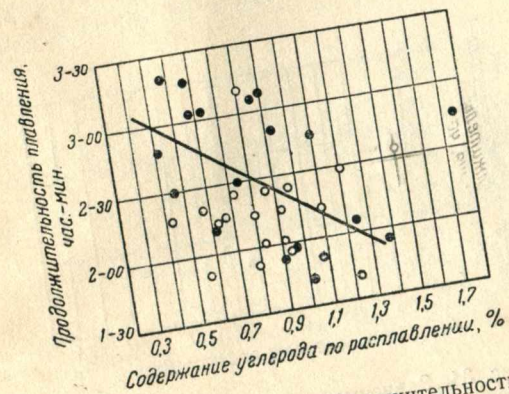


Рис. 32. Зависимость продолжительности плавления от содержания углерода по расплавлению (конец кампании по насадкам)

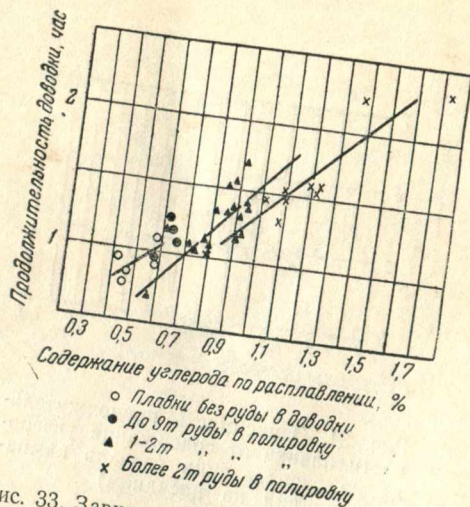


Рис. 33. Зависимость продолжительности доводки от содержания углерода по расплавлению (конец кампании по насадкам)



Рис. 34. Зависимость общей продолжительности плавки от содержания углерода по расплавлению (конец кампании по насадкам)

расплавлении продолжительность периода плавления увеличивалась лишь незначительно (рис. 30), продолжительность доводки значительно сокращалась (рис. 29) и общая длительность плавки уменьшалась (рис. 31).

В конце кампании по насадкам, когда печь работала холодно, при уменьшении содержания углерода по расплавлению, продолжительность доводки уменьшалась (рис. 32), а длительность плавки, из-за увеличения продолжительности плавления, изменялась мало (рис. 33 и 34).

При обработке статистического материала было установлено, что при одном и том же содержании углерода по расплавлению продолжительность доводки может быть сокращена на 5—10 мин. путем увеличения присадок руды в период доводки.

При исследовании вопроса о влиянии тепловой нагрузки в периоды плавления и доводки на продолжительность доводки не было обнаружено какой-либо определенной зависимости в пределах существующих колебаний тепловых нагрузок (табл. 33 и 34).

Таблица 33

Зависимость продолжительности доводки от тепловой нагрузки в период плавления

	Тепловая нагрузка, млн. ккал/час				
	до 14,0	14,0— 14,99	15,0— 15,99	16,0— 16,99	17,0— 17,99
Количество плавков в группе	16	31	66	79	40
Продолжительность доводки час.—мин.	1—27	1—17	1—08	1—15	1—17

Таблица 34

Зависимость продолжительности доводки от тепловой нагрузки в этот период

	Тепловая нагрузка, млн. ккал/час						
	до 11,99	12,0—12,99	13,0—13,99	14,0—14,99	15,0—15,99	16,0—16,99	17,0—17,99
Количество плавков в группе	12	21	60	65	68	40	8
Продолжительность доводки, час.—мин.	1—15	1—21	1—18	1—26	1—05	1—22	0,57

Увеличение основности шлака перед раскислением плавки сопровождается увеличением продолжительности плавления, доводки и плавки в целом (табл. 35).

Таблица 35

Влияние основности шлака на продолжительность плавки

Основность конечного шлака	Количество известняка в завалку т	Количество плавков	Продолжительность, час.—мин.		
			плавления	доводки	всей плавки
1,3—1,7	5,78	34	2—07	1—04	6—30
1,71—2,10	5,78	186	2—15	1—19	6—41
2,11—2,50	5,75	58	2—18	1—21	6—38
2,51 и более	5,94	8	2—33	1—33	6—57

Из соображения сохранности кладки стен рабочего пространства печи нельзя рекомендовать работу со шлаками с основностью ниже принятой на заводе —1,8—2,0.

Для получения необходимой основности шлака перед раскислением целесообразно давать в завалку соответствующее количество известняка, спускать достаточное количество шлака во время плавления и производить корректировку состава шлака до окончательного расплавления. Влияние присадок известняка в период доводки на продолжительность доводки показано в табл. 36.

Таблица 36

Влияние присадок известняка в период доводки на продолжительность доводки

Соержание углерода по расплавлению %	Д о в о д к а					
	без известняка			с известником		
	количество плавков	руды, т	основность конечного шлака	продолжительность, час.—мин.		продолжительность, час.—мин.
				плавки	доводки	
0,5—0,79	65	0,66	2,0	2—13	1—02	3—15
				2—13	1—15	3—28
0,8—1,09	96	2,08	2,03	2—04	1—39	3—43
				2—18	1—53	4—11
1,10 и более	59	3,44	1,98	2—18	1—53	4—11
				2—06	1—27	3—17
				2—14	1—36	3—50
				2,01	1—27	3—17
				1,92	2—14	3—50
				2,06	2—18	4—11
				1,10	1—27	3—17
				1,03	1—36	3—50
				1,07	1—53	4—11
				0,42	1—27	3—17
				1,97	2—14	3—50
				3,22	2—18	4—11

ВЫВОДЫ

1. Уменьшение продолжительности заправки вызывает приблизительно равное по величине уменьшение продолжительности плавки.

2. Оптимальная продолжительность завалки и прогрева на печах, работа которых анализировалась, составляет 1 час 30 мин. — 1 час 50 мин.

Скоростные плавки, проведенные в 1951 г. на печи № 8, показывают, что при более горячей работе печи оптимальная продолжительность суммы завалки и прогрева несколько уменьшается.

3. Установлено, что продолжительность плавки практически почти не зависит от распределения времени между завалкой и прогревом. Так как наименьшая продолжительность прогрева (со сливом чугуна) составляет около 30 мин., то продолжительность завалки должна быть не более 1 час. 20 мин.

4. Существенным условием сокращения продолжительности плавки является стандартизация лома, идущего в завалку.

Выборочная завалка обрезки обжимного стана не дает заметного сокращения продолжительности плавки и приводит к накоплению в цехе легковесного лома. Завалка одного легковесного лома обуславливает затягивание плавки. Чрезмерное количество «козлов» или слитков в шихте затягивает плавку.

5. Из баланса лома следует, что в завалку одной плавки должно идти 40—50 мульд с ломом. Примерный стандартный состав железной части шихты должен быть следующим:

Лом железный	20—24 мульды
Обрезь заготовочного стана, бракованные слитки и недоливки (мартеновского цеха)	12—16 »
Скрап из разливочного пролета, габаритные «козлы», бракованные слитки и недоливки (бес-семеровского цеха)	8—12 »

6. Для сокращения перерывов в завалке шихты необходимо обеспечить до начала плавки погрузку всех материа-

лов в мульды и до начала завалки — подготовку на рабочей площадке около 30% всей шихты.

7. Исследование влияния количества известняка, даваемого в завалку, и порядка завалки сыпучих на продолжительность периода плавления и всей плавки в целом показало:

а) при завалке всей руды поверх известняка содержание FeO в сходящем шлаке в период плавления повышается на 2—4%, а основность шлака по расплавлению и шлака перед раскислением также несколько повышается по сравнению с плавками, где весь известняк заваливался поверх руды. Такой порядок завалки сыпучих может быть рекомендован с целью некоторого уменьшения количества известняка в завалку;

б) по статистическим данным плавки с завалкой 4 т известняка имеют меньшую продолжительность, чем плавки с завалкой 5 т известняка. Опытные плавки с завалкой 3,2 т известняка и с присадкой $\frac{3}{4}$ мульды извести в конце плавления показали некоторое сокращение продолжительности плавки. Такой режим работы также может быть рекомендован;

в) пятиминутные прогревы в процессе завалки руды и известняка несколько сокращают продолжительность плавки.

8. С уменьшением содержания углерода по расплавлению продолжительность доводки резко сокращается, продолжительность плавления незначительно увеличивается и общая длительность плавки уменьшается.

Наименьшая продолжительность плавки соответствует содержанию углерода по расплавлению 0,40—0,70%.

При содержании углерода по расплавлению ниже 0,40%, иногда требуется дополнительная заливка чугуна.

9. Основность шлака перед раскислением должна быть в пределах 1,8—2,0. Большая основность шлака увеличивает продолжительность плавки и не вызывает необходимости борьбы с серой и фосфором.

10. Установлено, что достижение необходимой основности шлака перед раскислением за счет присадок известняка в доводку приводит к увеличению продолжительно-

сти плавки. Следует шихтовать плавку и корректировать шлак до расплавления с таким расчетом, чтобы избежать присадок известняка в доводку.

11. Увеличение тепловой нагрузки в период завалки от 15 до 20 млн. ккал/час сокращает продолжительность плавления и плавки в целом; увеличение тепловой нагрузки в среднем за плавку с 14,5 до 17,5 млн. ккал/час, т. е. на 21%, обуславливает уменьшение ее продолжительности с 6 час. 45 мин. до 6 час. 18 мин., т. е. только на 6,7%; поэтому расход условного топлива на 1 т стали при этом возрастает.



СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Введение	5
Скоростное сталеварение на заводе «Запорожсталь»	7
Краткая техническая характеристика цеха и печей	7
Методы работы сталеваров-скоростников	9
Заправка печи	9
Завалка шихты	10
Прогрев шихты и заливка чугуна	10
Период плавления	11
Период доводки	12
Анализ условий и методов скоростного сталеварения	12
Заправка печи	19
Завалка шихты	21
Прогрев шихты и заливка чугуна	27
Период плавления	28
Период доводки	30
Рядовые кипящие стали	32
Зависимость между тепловой нагрузкой и продолжительностью плавки	39
Качество металла	40
Выводы	44
Скоростное сталеварение на заводе им. Дзержинского	47
Краткая техническая характеристика цеха и печей	47
Методы работы сталеваров-скоростников	49
Заправка печи	49
Завалка шихты	49
Прогрев и плавление	51
Период доводки	52
Анализ условий и методов скоростного сталеварения	54
Заправка печи	63
Завалка шихты	65
Период плавления	71
Период доводки	76
Выводы	84

