М144597

НА ДОМ НЕ ВЫДАЕТСЯ

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
С С С Р

Московское ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени
высшее техническое училище им.Н.Э.Баумана

На правах рукописи

Г.В.Полевой

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КИСЛОРОДНО-ФЛЮСОВОЙ РЕЗКИ ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

(05.167 -Машины и технология сварочного производства)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук

Москва-1971 г.

Работа выполнена в Московском ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени высшем техническом училище им.Н.Э.Баумана

Научный руководитель к.т.н.доц.ГУСЕЕВ Г.Б.

Официальные оппоненты

[redacted]

Ведущее предприятие "Всесоюзный научно-исследовательский институт автогенного машиностроения"

Автореферат разослан 1971г.

Защита диссертации состоится на заседании совета МВТУ им.Н.Э.Баумана

[redacted]

Ваши отзывы на авторефе
ные печатью, просим направи
2-ая Бауманская ул. д.5.

М144597

С диссертацией можно о
МВТУ им.Н

Ученый секретар

В В Е Д Е Н И Е

Решениями XXIУ съезда КПСС предусматривается дальнейшее расширение промышленного и гражданского строительства.

Решение поставленной задачи возможно лишь при условии дальнейшего технического прогресса, ускорения механизации и автоматизации производственных процессов, на всех стадиях производства.

Одним из "узких мест" строительства, до настоящего времени, является обработка железобетонных конструкций, после их окончательного твердения.

Учитывая сильную заинтересованность строителей в разработке новых способов обработки железобетона, рядом организаций, как в Советском Союзе, так и за рубеком, ведутся работы по созданию новых технологических процессов, коренным образом отличающихся от традиционной пневморубки. Так например, создан целый ряд установок, где основным рабочим инструментом являются, либо абразивные диски, либо твердосплавные клинья. Но, ввиду малой стойкости рабочей части инструмента, громоздкости установок и других недостатков широкое внедрение их крайне затруднено.

В последние годы все больше находят применение так называемые "огневые способы", действие которых основано на расплавлении компонентов, входящих в состав железобетона. Преимуществами огневых спосооов, по сравнению с механическими являются: высокая производительность процессов, возможность точной резки и прожигания отверстий в железобетоне любой прочности.

Область применения огневых способов резки охватывает срочные и трудоемкие работы по демонтажу железобетонных конструкций, вырезке проемов любой величины и формы в железобетонных стенах и перекрытиях, резке кирпичных кладок, огнеупоров, скрапа и т.д.

Анализ работ, проведенных в области огневых спосооов обработки железобетона показывает, что наиболее эффективными являются спосооы (методы), предусматривающие флюсование расплавленного шлака в процессе резки, с целью получения легкоплавких, жидкотекучих соединений.

ий на кафедре МВТУ им.Н.Э.Баумана способ

МВТУ им.Н.Э.Баумана
1144597
Полевой Г.В. Исследование
Разработанный
№ 144597

порошково-копьевой резки железобетона, хорошо зарекомендовал себя при выполнении уникальных работ, в основном на высокопрочных бетонах. но применение данного способа, в качестве постоянно действующего, на стройплощадке, технологического процесса нерентабельно, ввиду большого расхода дефицитных стальных труб, используемых в качестве копья, и крайне затрудненной механизации процесса.

Более перспективным, с точки зрения массового применения, является кислородно-флюсовый резак, способный производить резку железобетона, как при горизонтальном, так и при вертикальном положении реза в пространстве.

Процесс резки железобетона резаком, в принципе не отличается от кислородно-флюсовой резки чистых металлов. Здесь также образуется подогревающее пламя и в режущую струю подается порошкообразный флюс. Но, как показали эксперименты, использовать для резки бетона серийно выпускаемые установки, предназначенные для кислородно-флюсовой резки металлов невозможно, ввиду высокой тугоплавкости компонентов, входящих в состав бетона, а также большой вязкости образующегося расплавленного шлака.

В связи с этим, целью настоящей работы является разработка технологии и оборудования кислородно-флюсовой резки железобетонных конструкций, толщиной до 400 мм.

Анализ факторов, действующих в процессе кислородно-флюсовой резки показал, что определяющую роль, в данном случае, играют параметры режущей струи кислорода, являющиеся ответственными , как за окисление материала флюса, так и за удаление расплавленного шлака из зоны реза.

Изучение свойств кислородных режущих струй, посвящено достаточное количество работ (Гузов, Черняк, Хренов, Котвицкий и др.),но до последнего времени нет единого мнение о рациональной форме и размерах применяемых сопел. Кроме того, все проведенные ранее исследования относились к случаю кислородной резки металла, не учитывали специфику кислородно-флюсовой резки бетона, заключающуюся в том, что основное количество теплоты выделяется при окислении материала флюса, а не основного материала.

При учете данных особенностей процесса, для создания

им. К. Э. [illegible]
БИБЛИОТЕКА
ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ

оптимальных условий окисления флюса, необходима относительно невысокая скорость истечения струи в начальном участке реза, при достаточно большой "пробивной способности", для удаления расплавленного шлака из зоны реза.

Учитывая изложенное, в настоящей работе были поставлены следующие основные задачи:

I. Изучение влияния основных конструктивных параметров кислородных сопел на свойства режущей струи, с целью получения оптимальных характеристик, применительно к случаю кислородно- флюсовой резки.

2. Исследование температурного поля подогревающего пламени резака, одного из факторов, определяющих степень нагрева флюса и,как следствие, степень его окисления.

3. Экспериментальное определение теплотворности флюсов различных марок, получивших наибольшее распространение в практике кислородно-флюсовой резки.

4. Создание, на основе проведенных исследований, промышленных образцов оборудования для кислородно-флюсовой резки бетона толщиной до 400 мм, определение эффективности их применения и внедрения в производство.

§ I. Исследование кислородных режущих струй и сопел

Для решения вопроса о рациональном выборе типа сопла и влияния его конструктивных факторов на процесс формирования струи, при кислородно-флюсовой резке, в процессе исследования были изучены все типы сопел, встречающиеся при кислородной резке металлов, а именно, суживающиеся, расширяющиеся и цилиндрические. Учитывая то, что объективная оценка эффективности того или иного типа сопла, непосредственно по величине скорости резки, крайне затруднена, вследствие многообразия действующих факторов, нами предложено в качестве оценочного критерия использовать степень совпадения основного газодинамического параметра -скорости газового потока на оси струи, полученного расчетным путем, при истечении на расчетном режиме, с действительными значениями, полученными в результате эксперимента.

Кроме того, расчет струи режущего кислорода, сам по себе, представляет определенный интерес, т.к. в технической литературе до сих пор не было работ, посвященных расчету подобного

класса струй, т.е. струй, истекающих из сопел малого диаметра (при $d_{кр} \leq 10$ мм), так называемых "микросопел".

Расчет газовой струи производили по расчетной схеме и методике, предложенной Г.Н.Абрамовичем.

По данной схеме, вместо рассмотрения непрерывной деформации эпюры скорости вдоль потока, производится разделение поля течения на три участка -начальный, переходный и основной, каждый из которых характеризуется определенной закономерностью изменения параметров течения.

При выводе расчетных зависимостей приняты следующие упрощающие предпосылки:

1.Рассматриваем двухфазную кислородно-флюсовую струю,как однофазную кислородную. Такое упрощение возможно, так как работами Бухмана и Чернова доказано, что при невысокой концентрации порошка в газовой струе (менее I кг/кг),примеси не влияют на газодинамические параметры струи. В случае кислородно-флюсовой резки весовая концентрация примесей ниже допустимой и составляет всего 0,6 кг/кг.

2. Пренебрегаем поперечной составляющей скорости, ввиду ее малого значения ($\sim$4%) от продольной составляющей.

3. При расчете как начального, так и основного участков, согласно данным различных авторов принимали, что профили скорости в поперечном сечении пограничной зоны газовой струи описываются зависимостями для несжимаемой жидкости.

Основная цель расчета начального участка -определение его длины. Согласно данным Абрамовича Г.Н. длина начального участка определяется следующей зависимостью:

$$\bar{X}_н = \frac{1}{0{,}27\left(\frac{y_1}{b}\right)\left(1 - \frac{Q\lambda^2_{вых}}{2}\right)}; \quad Q = \frac{K-1}{K+1}; \quad \lambda_{вых} = \frac{v_{вых}}{a_{кр}} \qquad (I)$$

$$a_{кр} = \sqrt{\frac{2K}{K+1} \cdot gRT^*}$$

где $X_н$ -длина начального участка; $\bar{X}_н = \frac{X_н}{r_c}$ - безразмерная длина начального участка; r_c - радиус выходного сечения сопла; T^*-температура торможения струи, равная температуре окружающей среды; $\frac{y_1}{b}$ - геометрическая характеристика начального участка ; y_1-ордината внутренней границы пограничного слоя; b -толщина пограничного слоя.

При расчете основного участка, находим величину скорости

на оси струи, в зависимости от расстояния до среза сопла. Формула для подсчета значений на оси струи имеет вид:

$$0{,}22\left(\bar{X}-\bar{X}_n\right)=\sqrt{\frac{n_u}{0{,}134\left(1-a\lambda^2_{вых.}\right)}}\left[\frac{F(z)}{v_m}-F(z_n)\right] \qquad (2)$$

где x -текущая абсцисса; $\bar{X}=\frac{X}{r_c}$ -безразмерная величина расстояния от среза сопла до текущей точки;

X_n-длина переходного участка; $\bar{X}_n=\frac{X_n}{r_c}$ -безразмерная величина длины переходного участка;

n_u-коэффициент неравномерности профиля скорости струи на выходе из сопла; $F(z)$- вспомогательная функция; v_m-текущее значение скорости газового потока на оси струи. За начало отсчета в формуле (2) принята абсцисса не начального, а переходного участка. Понятие переходного участка вводится для приведения в соответствие расчетных и действительных значений скорости в основном участке струи. Значение абсциссы переходного участка определяется решением системы следующих двух уравнений:

$$\begin{cases}\frac{r_n}{r_c}=\frac{n_u}{A}\\ \frac{r_n}{r_c}=1-\frac{y_2}{y_1}\cdot\frac{\bar{X}_n+\bar{X}_{он}}{\bar{X}_н+\bar{X}_{он}}\end{cases} \qquad (3)$$

где r_n - радиус струи в конце переходного участка;

$X_{он}$- поправка на величину длины начального и переходного участка вследствие неравномерности поля скоростей на выходе струи из сопла;

y_2 - ордината внешней границы пограничного слоя;

эмпирический коэффициент -$A = 0{,}134\ (1 - a\lambda^2_{вых.})(1 + 0{,}448\cdot a\lambda^2_{вых})$ В расчетные формулы фходит коэффициент неравномерности поля скоростей на выходе струи из сопла " n_u " и коэффициент $X_{он}$. Ввиду того, что кислородные сопла, применяемые при резке, имеют небольшой диаметр, неравномерностью поля скоростей пренебрегать нельзя.

Данных о значениях коэффициента неравномерности для подобных сопел в литературе нет.

При полном заполнении пограничным слоем поперечного сечения струи, на выходе из сопла, коэффициент неравномерности

определяется по формуле:

$$\Pi_u = \frac{Z^2}{(Z+1)(Z+2)}$$

где Z – знаменатель показателя степени в выражении для профиля скорости на срезе сопла;

В результате проведенных экспериментов было определено значение " Z " для сопел малых диаметров. В исследуемом случае оказалось $Z = 25$ и соответственно коэффициент неравномерности $\Pi_u = 0{,}89$. Подставив полученные коэффициенты в указанные выше формулы получили теоретическую кривую, характеризующую изменение скорости газового потока по оси струи, по отношению к которой в дальнейшем сравнивались все экспериментальные данные, полученные при стендовой продувке сопел различной формы.

Для выявления влияния конструктивных параметров сопел на процесс формирования струи, был создан специальный экспериментальный стенд.

В качестве газа для образования струи служил кислород, подаваемый в сопло от десятибалонной распределительной рампы. Основными параметрами газовой струи замеряемыми, непосредственно в процессе эксперимента, являлись полное и статическое давление.

В качестве основного датчика применяли трубку Пито-наружным диаметром 0,8 мм.

Анализ полученных экспериментальных данных показал:

I/ Удовлетворительное совпадение значений скорости на оси струи, полученных расчетным путем с экспериментальными данными, как в начальном так и в основном участках.

2/ Более всего условиям кислородно-флюсовой резки отвечает струя, истекающая из суживающегося сопла. Имея большую "дальнобойкость", по сравнению с расширяющимися и цилиндрическими соплами, струя, в то же время, в начальном участке имеет относительно невысокие скорости истечения.

Кроме того, как показали эксперименты, чувствительность суживающихся сопел к изменению давления на входе в сопло, значительно ниже, чем у расширяющихся и цилиндрических, что в значительной мере облегчает их использование в практике кислородно-флюсовой резки.

В целях приближения условий эксперимента к рабочим, т.е. для учета влияния ограничений, накладываемых на газовый поток кромками реза, были проведены исследования сопел в условиях имитирующих процесс резки. В этих опытах струя направлялась в желоб по ширине, соответствующей срезу, образуемому при резке железобетона.

Полученные экспериментальные данные в этих условиях, также подтвердили преимущества суживающихся сопел. Окончательную оценку работоспособности того или иного типа сопла производили по результатам испытаний в реальных условиях, т.е. после проведения сравнения работы сопел, непосредственно в процессе кислородно-флюсовой резки железобетона.

Основным критерием оценки работоспособности сопел являлись скорость и производительность процесса резки, при одинаковых режимах. Испытания подтвердили преимущества суживающихся сопел, обеспечивающих большую, по сравнению с расширяющимися соплами, скорость резки. при одинаковом расходе режущего кислорода.

Целесообразность применения суживающихся сопел подтверждается также меньшей шириной реза (на 15-20%) нежели при расширяющихся соплах.

§ 2. Исследование температурных характеристик подогревающего пламени резака

Данных о распределении температур вдоль оси подогревающего пламени резака в литературе до настоящего времени нет.

Изучение температурных полей пламени при различной форме мундштуков и различных составах газовой смеси, позволяет произвести более обоснованный выбор как конструкции мундштуков, так и состава смеси.

Исследование проводили методом обращения спектральных линий. в качестве источника сравнения использовали кратер дугу положительного электрода из спектрально-чистого графита.

в качестве редуцирующей системы применяли набор нейтральных стеклянных пластинок.

Тарировка источника сравнения была произведена с помощью яркостного параметра ОППИР-017. Окрашивание пламени произво-

дили солью натрия. Рабочие давления и расходы газов устанавливали по манометрам и ротаметрам газового стенда. Момент обращения спектральных линий наблюдали визуально с помощью стилоскопа СЛ-3, применяемого обычно для полуколичественного визуального анализа.

Исследование температуры пламени проводили на концентрических щелевидных и многосопловых мундштуках, получивших наибольшее распространение в практике кислородной резки. Горючим газом служил ацетилен по ГОСТу 5457-50. Анализ результатов исследования показал:

1) Максимальное значение температуры ацетилено-кислородного пламени, полученное в данных экспериментах, хорошо совпадает с результатами ранее проведенных исследований.
2) Температурное поле, создаваемое пламенем концентрически-щелевидного мундштука, в большей степени отвечает условиям кислородно-флюсовой резки, нежели многосоплового, т.к. имеет более высокую температуру на участке интенсивного нагрева флюса, т.е. на расстоянии 25-30 мм от среза сопла, что можеь быть объяснено лучшими условиями перемешивания горючего газа с окислителем.
3) Наибольшую температуру на расстоянии 30 мм от среза мундштука, т.е. практически на поверхности разрезаемого материала развивает пламя науглероживающего характера при соотношении смеси $\beta = 0{,}95$.

§ 3. Исследование тепловой эффективности флюса, применяемых при резке железобетона

Известно, что производительность процесса кислородно-флюсовой резки зависит как от экзотермического эффекта окисления материала флюса, так и от его флюсующего действия. Влияние различного рода флюсующих добавок, снижающих температуру плавления и повышающих жидкотекучесть расплавов исследовано в настоящее время достаточно полно. Так например, физическая химия силикатов дает условный ряд, в котором окислы, участвующие в построении силикатов, располагаются по степени влия-

ния на уменьшение вязкости. Окислы железа в этом ряду занимают первое место.

Учитывая хорошее флюсующее действие окислов железа, за основу флюса, в большинстве случаев, брали железный порошок по ГОСТу 9849-61.

Однако вопрос теплотворности флюсов различных марок до сих пор не получил должного освещения.

При тепловых расчетах обычно оперируют тепловыми эффектами, полученными методами термохимии, при окислении химически чистых веществ, что приводило к погрешностям, т.к. выпускаемые в настоящее время железные и алюминиевые порошки содержат значительное количество примесей. Для определения тепловых эффектов реальных флюсов различного состава и грануляции было проведено калориметрическое исследование процесса резки бетонных образцов размером 100x100x50.

Кроме того, для определения степени окисления флюса в зоне резки была предложена методика, основанная на сравнении результатов калориметрирования процесса резки и теплоты, выделяемой флюсом при сжигании его в калориметрической бомбе, вместо ранее применявшейся методики, основанной на химическом анализе шлаков.

"Калориметрический" способ является более наглядным, т.к. анализ остывших шлаков не дает полного представления об окислении железного порошка при высокой температуре в полости реза.

При экспериментах применялись железные порошки средней (С) мелкой (М) и очень мелкой грануляции (ОМ), при содержании чистого железа от 94% (ПЖ5) до 98% (ПЖ3).

Количество алюминиевого порошка во флюсе варьировали в пределах от 10% до 50% по объему.

Калометрирование процесса резки производили на специально изготовленной установке с калориметром большой емкости (100л), при одновременной фиксации скорости перемещения резака, расхода газов и времени резки. Определение полной теплоты сгорания флюса производили на калометрической установке КЛ-1, при использовании самоуплотняющей калориметрической бомбы типа СКБ-52.

В результате проведенных исследований было установлено,

что доля неокисленного флюса при резке составляет значительно большую величину (до 40-45%) чем определяемая методом химического анализа оставшихся шлаков (I5-20%). Объясняется это тем, что окисление части флюса происходит за пределами реза, чего при химическом анализе остывшего шлака учесть невозможно. Установлено, что примеси во флюсе незначительно снижают их теплотворность, не более I0-I5%, по сравнению с химически чистым железом.

При добавлении алюминиевого порошка, помимо абсолютного повышения теплоты, расчет количества полезно используемого флюса.

Повышение степени окисления материала флюса в этом случае можно объяснить с повышением температуры шлаковой ванны, которая достигает 2200°С при содержании алюминия во флюсе до 25% по объему, в то время как без добавки алюминия температура ванны составляет всего I800°С.

Замеры температуры производили с помощью пирометра ОППИР-0I7. Учитывая высокое флюсующее действие окислов железа, были проведены эксперименты по резке бетона флюсами на основе железной окалины. Калориметрированием данного процесса установлено, что флюс состоящий из 40% алюминия и 60% железной окалины выделяет одинаковое количество теплоты с флюсом, состоящим из 80% железного порошка и 20% алюминиевого. Следовательно при осуществлении промышленного выпуска окалины мелкой грануляции стоимость флюса может быть значительно снижена.

Экспериментально, с помощью калориметрирования, построен тепловой баланс процесса кислородно-флюсовой резки бетона толщиной 150 мм.

Теплота источника расходуется, главным образом, на расплавление компонентов, входящих в состав бетона и перегрев образующегося шлака до температуры, при которой происходит его принудительное удаление, сравнительно небольшое количество теплоты расходуется на нагрев бетона в зоне теплового влияния (до 8%).

Значительную часть теплоты источника составляют потери на нагрев кислорода, паров воды, углекислого газа, а также на теплообмен с окружающей средой (до 40%).

§ 4. Исследование технико-экономических зависимостей процесса кислородно-флюсовой резки бетона и железобетона

На основании результатов исследований были созданы ручной РРФ-5 и машинный РМФ-5 резаки для кислородно-флюсовой резки железобетона и других неметаллических материалов, толщиной до 400 мм.

В обоих случаях резак имеет внешнюю подачу флюса через многосопловую флюсовую насадку, конусное суживающееся сопло режущего кислорода, при удлиненном прямолинейном участке кислородопровода перед входом в сопло и увеличенные проходные сечения в каналах горючей смеси.

В качестве флюсопитателя применяли установку УФР-5 конструкции МВТУ, отличающуюся от установок, предназначенных для резки металлов типа УФР-4, УРХС-5 и др., способностью транспортировать порошки мелких грануляций в большом объеме. В качестве флюсоподающего газа применяли сжатый воздух, т.к. подача флюса кислородом, по условиям техники безопасности, недопустима.

Для машинной резки использовали тележку с электроприводом с диапазоном скоростей от 10 до 500 мм/мин.

Для специализированных целей, в частности, для механизированной обрезки голов свай, было спроектировано и изготовлено легкое переносное приспособление-скоба, закрепляемое непосредственно на свае.

Технику и технологию процесса резки, в различных пространственных положениях, отрабатывали на образцах бетона различных марок, толщиной от 50 до 400 мм.

В результате экспериментов определены основные технологические параметры резки различных толщин бетона. Установлено, что при изменении толщины от 100 мм до 400 мм, удельный расход кислорода, при механизированной резке в горизонтальном направлении, меняется в пределах от 20 до 80 $м^3$/час; флюса от 15 до 60 кг/час, а горючего газа (ацетилена) от 0,6 до 3,5 $м^3$/час.

Установлена зависимость скорости и производительности процесса резки бетона от химического и гранулометрического состава флюса. Полностью подтвержден полученный в предыдущих

работах кафедры сварки МВТУ, вывод относительно оптимального состава флюса, представляющего смест из 75-80% железного порошка и 15-25% алюминиевого по объему. При исследовании влияния на процесс резки гранулометрического состава флюса, установлено, что наиболее высокая скорость резки достигается при применении порошков марки "Ом" (очень мелкий), что объясняется более высокой степенью окисления флюса и интенсификацией процесса шлакообразования.

Опытным путем установлено, что прочность бетона (его марка) и вид заполнителя, на производительность процесса резки практически не влияют.

Экономический анализ показал высокую эффективность процесса кислородно-флюсовой резки бетона. Так ,например, при обрезке голов свай с помощью кислородно-флюсового резака, общие затраты почти в два раза ниже, чем при пневморубке с последующей газовой резкой арматуры.

При сравнении способа кислородно-флюсовой резки с родственным способом порошково-копьевой резки установлено, что в диапазоне "средних толщин" (до 400 мм), при одинаковой производительности стоимость процесса в первом случае, на 40--50% ниже чем во втором.

Предварительные эксперименты показали перспективность кислородно-флюсовой резки не только бетона, но и таких материалов, как зашлакованного высоколегированного скрапа, шамота, сочетаний чугуна с огнеупорами и других огнеупорных материалов, применяемых в металлургии.

Разработанное оборудование может также успешно применяться при обрезке прибылей стальных отливок большого диаметра, покрытых литейной коркой.

Практическое применение кислородно-флюсового резака в промышленности

Основные результаты теоретических и экспериментальных исследований и разработок проверяли в производственных условиях, при выполнении работ по резке железобетонных свай сечением 300х300мм и 800х400 мм, железобетонных конструкций толщиной 350 мм и высоколегированного зашлакованного скрапа в условиях подмосковного завода "Электросталь".

Время обрезки одной сваи размером 300х300 мм, с помощью специализированного приспособления составляло 6,5-7 мин против 25-30 минут, затрачиваемых при пневорубке.

Резка сваи сечением 300х400 мм производится за 11-12 мин.

Железобетонные балки толщиной 350 мм, при вертикальном направлении струи, режутся со средней скоростью 35-40 мм/мин. При этом удельный расход кислорода составляет 50-60 $м^3$/час, рабочее давление кислорода 1,5-2 ати, удельный расход флюса 42-45 кг/час.

Необходимость резки высоколегированного зашлакованного скрапа обуславливается спецификой производства заводов электрометаллургии, вынужденных, ввиду отсутствия мощных печей, отгружать скрап, содержащий до 50% Ni, на специализированные заводы комбината "Североникель" для извлечения из него Ni и Co. Большое количество ценных легирующих компонентов, таких как W, Va, Mo, Cr и др. теряются при этом безвозвратно.

Высокопроизводительный способ кислородно-флюсовой резки резаком РРФ-5 дал заводу возможность разделывать скрап на габаритные куски и производить переработку его непосредственно на заводе, получая при этом большую экономию, как за счет сохранения ценных легирующих компонентов, так и за счет снижения транспортных расходов, связанных с перевозкой страпа.

Результаты применения кислородно-флюсового резака в производственных условиях, подтвердили высокую экономичность процесса и надежность разработанного оборудования.

О Б Щ И Е В Ы В О Д Ы:

На основании выполненной работы могут быть сделаны следующие выводы:

1. Впервые в отечественной практике исследованы и разработаны процессы кислородно-флюсовой резки бетона и других неметаллических материалов.

2. Доказана возможность применения теории турбулентных струй, разработанной для случая струй больших диаметров,

для расчета струй, истекающих из сопел малого диаметра.

3. Определены эмпирические коэффициенты, позволяющие получить в случае струй малого начального диаметра, хорошую сходимость расчетных значений с экспериментами.

4. На основе термодинамических расчетов кислородных струй и режущих сопел, подтвержденных стендовыми и натуральными испытаниями, обоснованы преимущества и выбрана конструкция конусного сужающего сопла.

5. Экспериментально, методом обращения спектральных линий, установлен характер распределения температур в зоне подогревающего пламени, образуемого мундштуками различных конструкций. В результате исследования указаны преимущества и даны рекомендации по применению мундштуков со щелевидными каналами для горючей смеси.

6. На основе калориметрического исследования процесса кислородно-флюсовой резки с применением выпускаемых промышленностью железных порошков и флюсовых смесей, содержащих различные соотношения железного и алюминиевого порошка, определена их тепловая эффективность.

7. Предложена методика определения степени окисления флюса, непосредственно в зоне реза, основанная на сравнении данных калориметрического исследования процесса резки и результатов полученных при сжигании флюса того же состава, в калориметрической бомбе.

8. В результате проведенных экспериментов построен тепловой и материальный баланс процесса резки железобетона.

9. На основе результатов исследования созданы ручной РРФ-5 и машинный РМФ-5 резаки, предназначенные для кислородно-флюсовой резки железобетона и других неметаллических материалов толщиной до 400 мм. Отработана техника и технология резки вышеуказанных материалов в горизонтальном и вертикальном направлении.

10. Исследованы технико-экономические зависимости процесса кислородно-флюсовой резки железобетона. Изучено влияние удельного расхода и давления кислорода, удельного расхода горючего газа и флюса, толщины железобетона и его марки, положения реза в пространстве на производительность и скорость процесса резки.

II. Показана возможность и перспективность применения разработанного оборудования в металлургии для резки высоколегированного скрапа, содержащего до 80% никеля.

I2. Решением Комитета по новой технике Совета Министров СССР установка УФР-5, предназначенная для резки бетона и неметаллических материалов, комплектующаяся резаками РРФ-5 и, по спецзаказу резаком РИФ-5, рекомендована к серийному производству на Кировоканском заводе АВТОГЕНМАШ.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

I. Полевой Г.В."Оборудование для огневой резки железобетонных свай", Сборник докладов "Современное оборудование для сварки", Москва, I969.

2. Евсеев Г.Б.,Дмитриев В.И.,Полевой Г.В."Исследование газодинамических процессов в кислородных режущих струях". Известия вузов Машиностроение", I970, № I Г.

3. Полевой Г.В. "Кислородно-флюсовая резка бетона и железобетона". Материалы Ш Всесоюзной конференции по сварке в строительстве, Москва, I970.

Результаты работы докладывались на ХУ Московской городской конференции сварщиков, на научно-технических советах ВНИИавтогенмаш и ВЗМИ и на научном семинаре МВТУ им.Н.Э. Баумана.