Е. П. Боженов

Сверхзвуковая струйная термогазодинамическая обработка объектов

Впервые предложено применить сверхзвуковую газовую струю для направленной обработки объектов

Е. П. Боженов

Сверхзвуковая струйная термогазодинамическая обработка объектов. Впервые предложено применить сверхзвуковую газовую струю для направленной обработки объектов

«Издательские решения»

Боженов Е. П.

Сверхзвуковая струйная термогазодинамическая обработка объектов. Впервые предложено применить сверхзвуковую газовую струю для направленной обработки объектов / Е. П. Боженов — «Издательские решения»,

ISBN 978-5-00-565525-7

Впервые установлено, что сверхзвуковая газовая струя, в отличие от ракетных двигателей, применяется как рабочий инструмент для направленной и регулируемой обработки различных минеральных сред.

ISBN 978-5-00-565525-7

© Боженов Е. П.
© Издательские решения

Сверхзвуковая струйная термогазодинамическая обработка объектов Впервые предложено применить сверхзвуковую газовую струю для направленной обработки объектов

Е. П. Боженов

© Е. П. Боженов, 2022

ISBN 978-5-0056-5525-7
Создано в интеллектуальной издательской системе Ridero

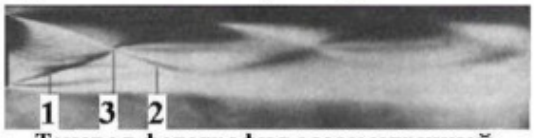
СВЕРХЗВУКОВАЯ СТРУЙНАЯ ТЕРМОГАЗОДИНАМИЧЕСКВЯ ОБРАБОТКА ОБЪЕКТОВ.

Лаб. «Новых физические методы направленной обработки естес-твенных и искусственных минеральных сред, НФМНОЕИМС, примени-ла термогазодинамический метода в строительной индустрии и других областях народного хозяйства, [3], [4], [5 [, [6], [7], [8], [9], [10], [11], [12], [13]. (Ленинградский инж-строит. ин-т. Зав. Каф. ДМ. д.т. н. А.А.Жданко, ст. н. с. Е.П.Боженов). Термогазодинамический метод использует особые свойства сверхзвуковой (С\з-й) газовой струи, иногда одно или много фазной, для обработки объектов. С\з-я струя, рис.1, это сложный, неоднородный поток скоростей, давлений, температур в сдвинутых слоях газодинамических характеристик, сверхзвуковых и дозвуковых, рис.1. Она даже на слух и визуально, отличается от огнегазового факела, рис.2, как и конечный результат их воздействия на объект При её натекании происходит: 1. Комплекс термогазодинамического воздействия на объект, не только теплового. 2.Обратная реакция материала объекта на это воздействие. Параметры и строение С/з-х струй зависят от геометрии сопла Лаваля, рода газового тела, параметров термогазогенератора и окружающей среды. Метод изучался на созданных стендах, [1], [2]. **Создана новая область применения С\з-й струи**: **1**. Патент **171421, «Устройство для закреп-ления грунта в стенках тоннелей, скважин и подобных сооружений»**, [3],рис.2,63г;**2.**Патент **299370**, **«Газоструйный инструмент», для нане-сения декоративных, антикоррозионных покрытий** и для **упрочнения грунтов** и иных поверхностей, нанесением тех. агентов, [4], рис. 40. 69г.



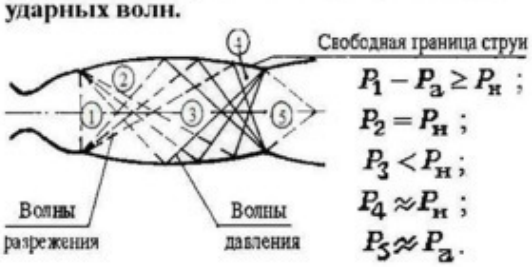
СВЕРХЗВУКОВАЯ струя

Огненно пламенных цвет газовой С\з-ой струи от раскаленных , продуктов сгорания топлива в камере сгорания. Пламени горения топлива в С\з-ой струе НЕТ

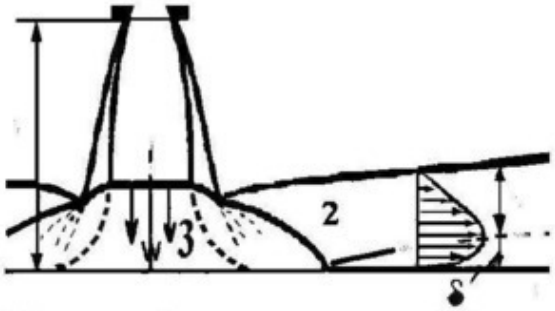


Теневая фотография осесеметричной сверхзвуковой нерасчетной затопленной струи

1.Висячая ударная волна; 2.Отраженные ударные волны; 3.Область отраженных ударных волн.

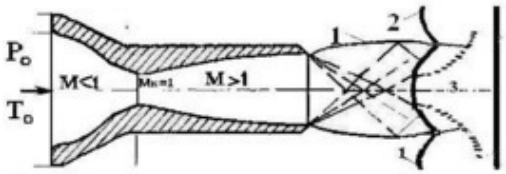


$P_1 - P_a \geq P_н$;
$P_2 = P_н$;
$P_3 < P_н$;
$P_4 \approx P_н$;
$P_5 \approx P_a$.



1.Отошедший скачек уплотнения; 2.Висячий скачёк уплотнения; 3.Линия тангенциального разрыва;

Z-расстояние от срезв сопла до преграды;
δ-толщина струйного пограничного слоя;
δ-толщина пристеночного пограничного слоя.



Po,To -давление и температура перед конфузором сопла Лаваля; 1.Граница натекающей струи; 2.Граница веерной струи на поверхности; 3.Дозвуковая зона

Рис.1 Сверхзвуковые газовые струи

Ранее, С\з-я струя сопла Лаваля применялась в ракетных двига-телях (РД), а затем для бурения, резки твердых горных пород. В СССР работы Чл. Кор. АН Каз. ССР, д.т.н, проф. А. В. Бричкин, Каз. П ин-т и его последователей.

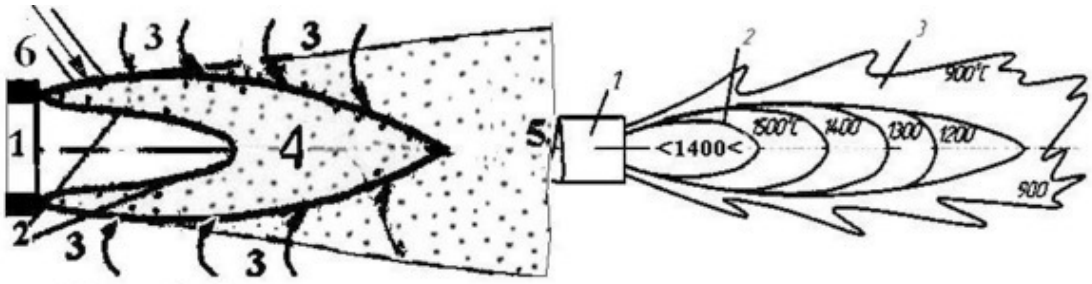


Рис. 2 Дозвуковая струя огнегазопламенного факела

1.Подача горючего; 2.Фронт пламени; 3.Поступление окислителя; 4.Зона образования продуктов сгорания; 5.Дозвуковая струя продуктов сгорания; 6.Подача порошка, проволоки.

Способ возник после долгих дискуссии с экспертизой до призна-ния заявок на: «Устройство для закрепления грунта в стенках тонне-лей, скважин и подобных сооружений», «Газоструйный термоинстру-мент» изобретениями, [3], [4]. В то время, идея применить сверхзву-ковую (С/З) газовую струю для обработки объек-

тов с целью измене-ния их физико-химических свойств и для нанесения покрытий не воспринималась, изменившись постепенно к началу XX1 века.

РАЗДЕЛ-1.

1. ТЕРМОГАЗОДИНАМИЧЕСКОЕ ЗАКРЕПЛЕНИЕ, УПРОЧНЕНИЕ ГРУНТА СКВАЖИН.

Сроки стройки растягиваются из-за отсутствия местных стройма-териалов и дорожной сети. Существующие методы улучшения грунтов ограничены грунто-геологическиими условиями, видом, генезисом гр-унов стройки. Тепло удаляет из грунта свободную воду, при обжиге ча-сть химически связанной воды, что меняет свойства грунтов, умень-шает или ликвидирует просадочность, их размокаемость, набухание. Но, применение термических способов путем нагнетание горячих продуктов сгорания, воздуха или сжигания факела топлива в скважи-нах, рационально до глубин не более 12—16 м. **Термогазодинами-ческий способ меняет ситуацию,** [3], [9], [10], [11], [12], [13], и **позво-ляет упрочнять грунты на любой глубине.** Он прост, надежен и лишен недостатков известных способов упрочнения, уплотнения грунтов. Применено типовое оборудование (компрессоры, шланги, переходни-ки, вентили и т.п.) для подачи топлива к термогазогенераторам или воздуха к электронагревателям с соплами Лаваля, создающих горячую газовую струю в полости скважины. Конструкция термогазогенерато-ров проста в изготовлении- токарно-слесарная обработка 4-ого класса по обычным конструкционным сталям.

Патент 171631, [3],рис.3. **Впервые** для упрочнения грунта скважин применен **Особый Сопловой блок,** он состоит из: 1. Выходного среза сопла Лаваля или значительной сверхзвуковой части этого сопла; 2. Газоотражателя с разной формой поверхности; 3. Общего наружного кожуха. Рабочий газ, через окна, сопла, отверстия, прорези в стенках наружного кожуха, направляется на грунт для его прогрева и упрочняя с температурой около T=700 C. Он заполняет скважину продуктом сгорания или воздухом из электонагревателя. Сопло Лаваля-2, в отли-чии от термических спобов, делает процессы сгорания топлива, неза-висимыми от размеров скважины и давления в ней. Время работы на горизонте зависит от скорости физико-химических изменений в закрепляемом грунте. **Патент 550003**, рис.3, [14], закрепляет грунт и может создавать их уширение в местах остановки.

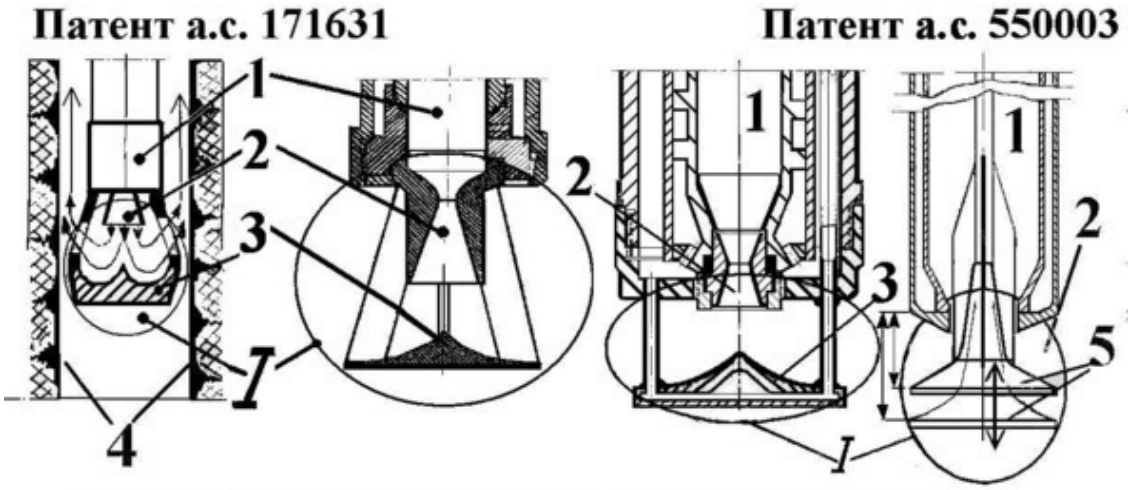


Рис.3 Особые Сопловые Блоки для термогазодинамического закрепления, обжига грунтовых стенок скважин

I- Варианты конструкций Особых сопловых блоков для обжига, упрочнения груна стенок скважин.

1.Газогенератор с камерой сгорания топлива или с нагревателем газа или сжатого воздуха; 2.Сопло Лаваля; 3.Газоотражатель; 4.Грунтовые стенки; 5. Выдвижной центральный шток с газоотражателем.

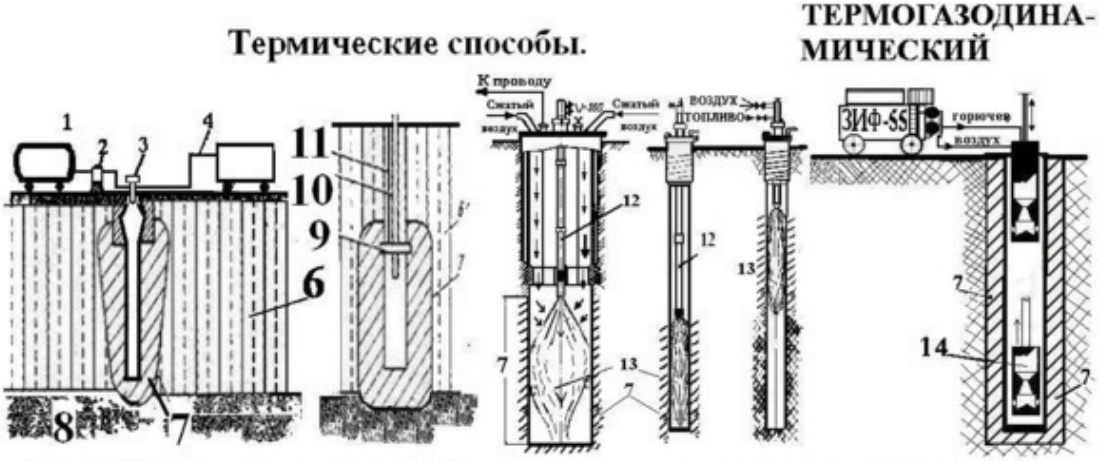


Рис.4 Термические способы и термогазодинамический способ упрочнения стенок скважин

1. Емкость с жидким горючим; 2. Насос для подачи горючего; 3 Форсунка; 4. Трубопровод для сжатого воздуха; 5. Компрессор; 6. Лессовый грунт; 7. Зона упрочнения грунта; 8. Непросадочные грунты; 9. Отсекатель; 10. Трубопровод для горючего; 11. Трубопровод для воздуха;

12. Штанга с форсункой; 13. Обжиг грунта на длину факела от форсунки.

14. Термогазогенератор упрочняет скважину двигаясь вверх от лба забоя.

На рис.4 даны схемы термических способов и термогазодинами-ческого, который эффективней и мобильней их. Газогенератор-14, двигаясь в скважине, рис.4, стоит на любом горизонте, что увели-чивает эффект термохимического упрочнения грунта.

Известно, что грунты -ты при Т= 750—850°С упрочняются. Ниже, процесс затухает при Т=350°С. Выше Т=850°С верхний слой оплавится и газ не пройдет в грунт. **Поэтому созданы газогенераторы, [**15], [16], [17], [18], рис.5. с регулируемой нужной температурой рабочего газ-ового потока с давлениями в камере сгорания до 40—60ати. Темпера-тура факела их форсунки 1400—1500°С Воздух, из отверстий в стен- ках камеры сгорания, дожигает горючее в факеле. Воздух из следующего ряда отверстий снижают температуру газа до нужных величин. Так же его можно снижать регулируя коэф. «избытка окисли-теля» в их форсунке. **Применение сменных форсунок, сопел Лаваля и насадок на срезе сопла, позволяет менять вид обработки.**

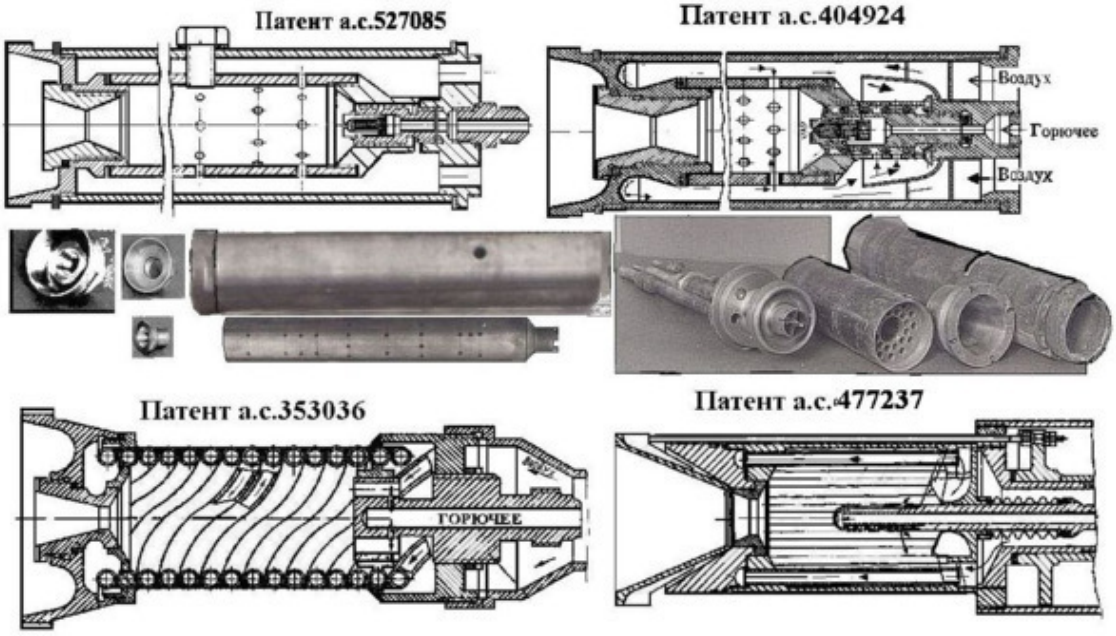


Рис. 5 Термогазогенераторы со съемными сопловыми блоками
Окислитель горючего - сжатый воздух

Для подачи топлива к термогазогенераторам на стройплощадке, применен компрессор, ЗИФ-55, ДК-9, рис.6, с дополнительными баком горючего и щитком регулировки режима работы, рис.6, [19]. Воздух из ресивера, через щиток регелировки, вытесняет бензин из бака в шланг подачи к термогазогенератору. Модернизированная ходовая часть ЗИФ-55 позволяет перевозить его со скоростью до 60 км./час.



Рис. 6 Модернизированный компрессор примененный при термогазодинамическом упрочнении грунтов

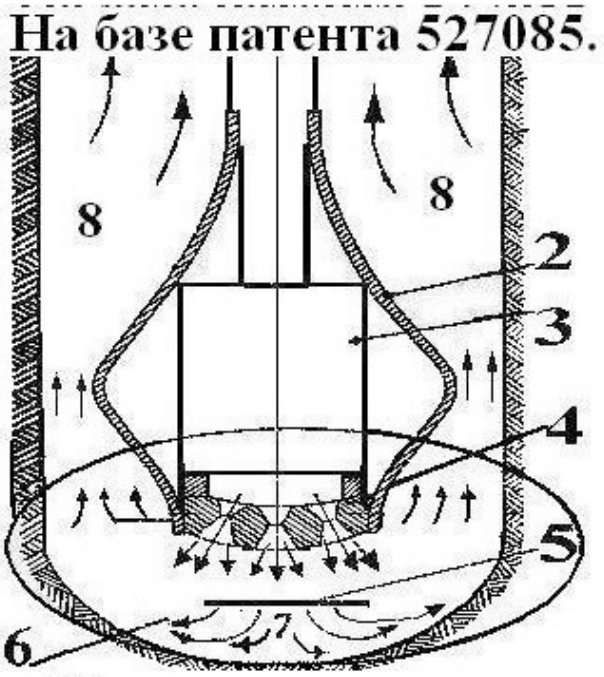


Рис.7 Закрепление водонасыщенных скважин

1.Штанга; 2.Обечайка; 3.Газогенератор; 4.Особый Сопловой блок; 5.Скачек уплотнения: 6.Газовый пузырь: 7.Повышение температуры: 8.Кольцевое сопло Лаваля.

1.2. Закрепление водонасыщенных скважин, **рис.7**.

Известно, сопло Лаваля работает в воде. Устройство, рис.7, создано на базе патента 527085, [15]. Из С\з-х сопел Особого Соплового блока продукты сгорания или нагретый воздух отжимают воду. В полости скважины и на её забое образуется постоянно возобновляе-

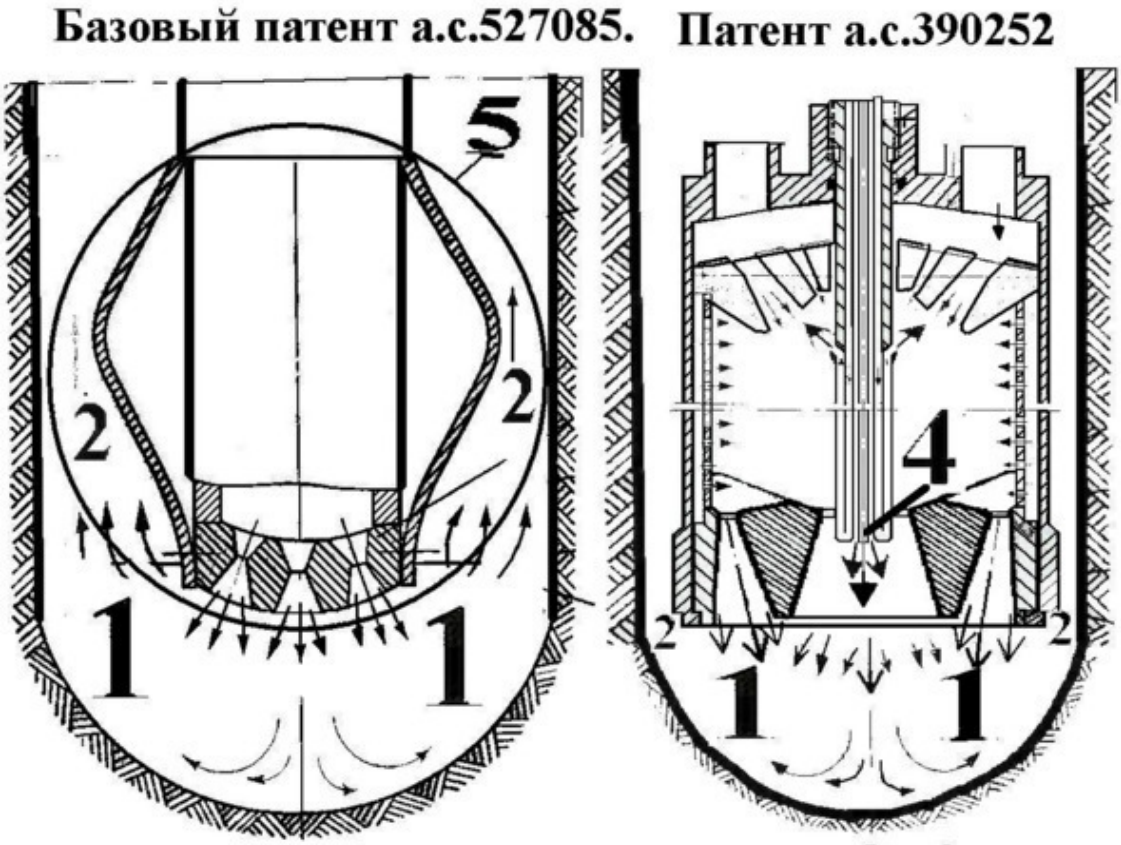
мый горячий «газовый пузырь, который вытесняет воду и прогревает водонасыщенный грунт. Образуется газовая зона-6, по контуру Особого Соплового блока-4 и лба. Газовый поток тормозится на лбе с отсоединенным скачком уплотнения-5. За ним возник рабочий поток с температурой и давлением, близкими к их значению при входе в сопло Лаваля. Затем газ обжимается в кольцевом конфузоре и резко расширяют в диффузоре-8.

Впервые применены: кольцевые С\з-е сопла, образованные стен-ками скважины и контуром обечайки-2. В отличии от сопел РД, обычных термогазогенераторов и термобуров.

1.3. Упрочнение лба скважин рис.8.

Грунт лба забоя упрочняется:

1. Фиг.1, рис.8, патент 527085, [15]. Тепловой радиацией от С\з-й струи из термогазогенератора стоящего на нужном расстоянии от лба забоя.



Фиг. 1 Фиг. 2

Рис. 8 Закрепление лба забоя скважины под грунтонабивную сваю термогазодинамическим способом

1.Газовая зона; 2.Запорные сопла; 3.Коаксиальная трубка подачи тех.агентов для закрепления грунта.

2. Фиг.2.Патент а. с.390252, [20], 71г. **Впервые применен централь-ный ввод порошка в тело в С\з-й стуи из** центральной трубки-4, для его нанесения на поверхность, в частности на лоб забоя.

В рис.7, рис.8, контур С\з-х сопел впервые создан стенкой скважины и контуром термогазогенератора в ней.

1.4. Уширение в скважинах под буронабивные сваи, рис.9.

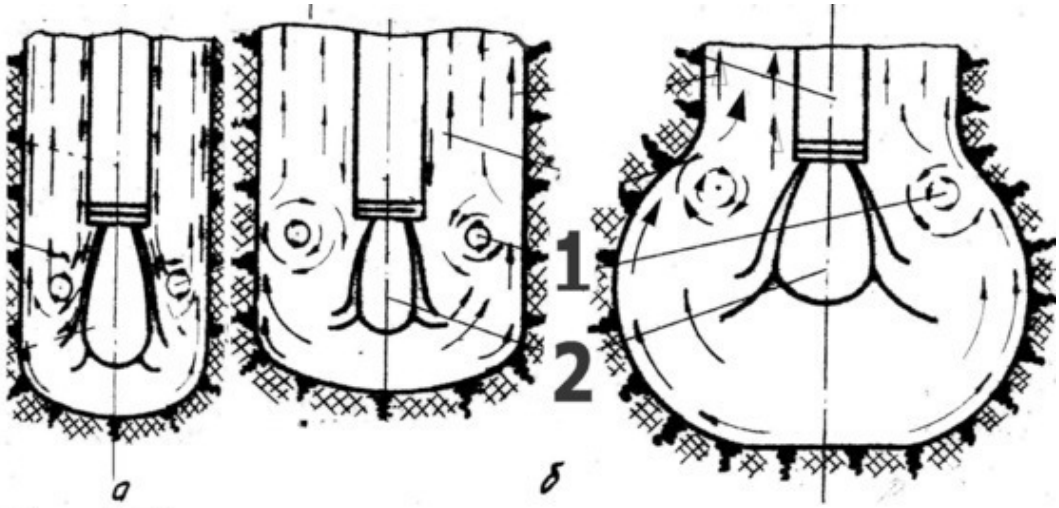


Рис.9 Качественная картина газопотоков в скважине

а. При проходки скважины; б. При получении уширений в скважине; 1. Торовые циркуляционные газовые вихри; 2. Границы сверхзвуковой струи из сопла Лаваля.

При работе на стенде, [54], выявлено, что в местах остановки работающего термогазогенератора на уровне выходного среза его сопла Лаваля растет диаметр циркуляционных торовых газовых вих-рей, которые разрушают грунт стенок скважины и создают её уширение в местах остановки.

2. ТЕРМОГАЗОДИНАМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ПЕРЕРАСШИРЕННЫМ СОПЛОМ ЛАВАЛЯ НАЗЕМНЫХ ОБЪЕКТОВ И УПРОЧНЕНИЕ ГРУНТОВ, рис.10.

Существующие способы упрочнения грунтовых плоскостей, дорог, аэродромов, насыпей и подобных земляных устройств, не отвечают требованию времени. В лаб.«НФМНОЕ-ИМС», создан **принципиально новый способ упрочнения грунтовых поверхностей.** Боженов Е. П. «**Термогазодинамические устройства для закрепления грунтовых поверхностей дорог, аэродромов» и подобных грунтовых сооружении»,** [21], 71г., рис.10. **Этот новый метод укрепления, упрочнения грунта струйным термогазодинамическим способом, основанный на приме-нении** высокотемпературных, динамических сопел Лаваля спроек-тированных так, что С\З-я струя после критического сечения сопла начинает перестраиваться в закритической зоне сопла Лаваля в высо-ко-температурный, динамический рабочий газовый поток, который и обрабатывает поверхность или грунтовую массу. **Впервые для наземного применения, например обработки, применено сопло Лаваля с Рс <<Ра., в отличии от высотного сопла РД.**



Рис. 10 Сопло Лаваля с достаточным перерасширением используется как Особый Сопловой блок для упрочнени груновых плоскостей

1. Сопло Лаваля с перерасширением; 2. Зона перестроения сверхзвуковой струи; 3.Камера сгорания термогазогенератора или нагреватель воздуха.



Рис.11 Первые опыты по обжигу грунта соплом Лаваля с перерасширением

Фиг.1 Установка термогазогенератора на балке; Фиг.2 Работающий термогазогенератор засыпается супеском.

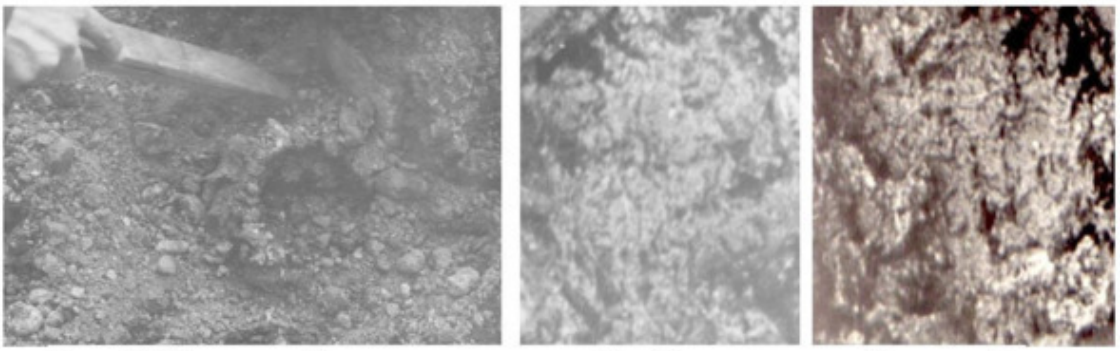


Рис. 12 Спекшийся грунт после обработки газовой струей из сопла Лаваля с перерасширением

2.1. Создание дорог, аэродромов из местного грунта,. рис.13. Патент **528371,«Способ возведения грунтового покрытия и устрой ство для его осуществления»**, [22],73г. рис.13. **Впервые термогазоди-намика перерасширенной С\з-й струи применена для создания** дор-ог, аэродромов, насыпей для упрочнения их грунтовой поверхности из местного грунта. Который из бункера-9, рис.13, обрабатывается высокотемпературным динамическим газовым потоком из перерасширенных сопел Лаваля-4 и ук-ладывается в один и несколько слоев, для создания прочных, и при необходимости, изоляционных, защитных грунтовых покрытий. При необходимости, из форсу-нок-8 в грунт вносятся термопластичные вяжущие или легкоплавкие тех. агенты, порошки, всвеси и т. п.

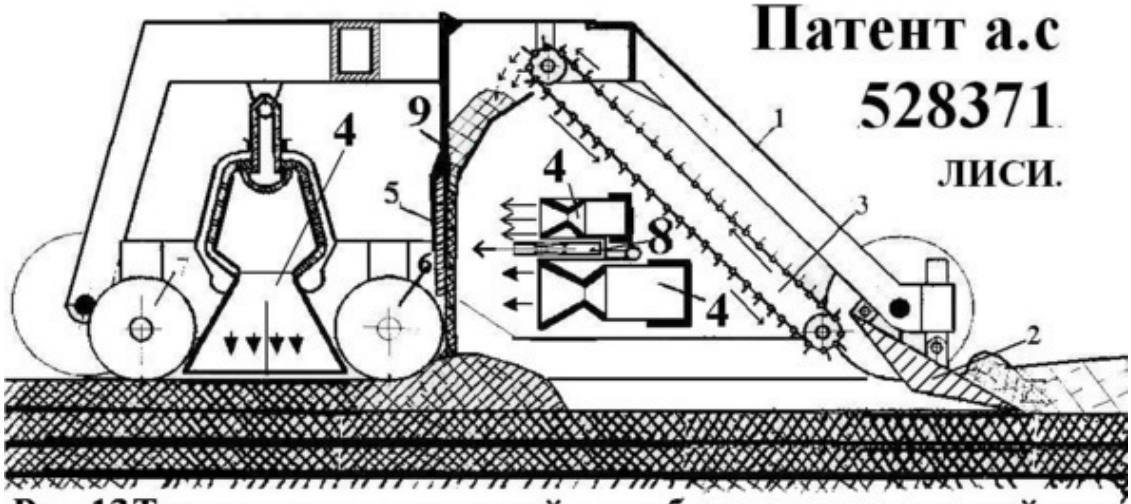


Рис. 13 Термогазодинамический способ создания многослойного покрытия из местных материалов

1. Базовая машина. 2. Регулируемый нож. 3. Транспортер. 4. Высокотемпературные динамические сопла Лаваля. 5. Экран планировщик. 6,7. Вибро катки. 8. Форсунки для введения в грунт, при необходимости, пылевидного легкоплавкого компонента. 9. Бункер для местного грунта.

Разные виды тех. агентов вносятся одновременно и периодически в зависимости от вида работ. При необходимости грунт еще прогрева-ют **соплом Лаваля-4 и затем обрабывают катками 6,7.**

Новый способ возведения грунтового покрытия, в том числе из местных материалов, с применением перерасширенных сопел Лаваля состоит из: 1. Отсыпки мест-

ного или привозного грунта; 2.Упрочнение слоев грунтовой отсыпки теплом из этих сопел; 3.Применения разных тех. агентов для улучшения свойств грунта отсыпки; 4.Оплавления, упрочнеия верхних слоев отсыпки теплом из сопел или всего массива отсыпки. Степень перерасширения сопел Лаваля и тип тех. агетов выбирается от вида обработки. Доклад- Е.П.Боженов, О.Н.Третьяков,«Улучшение механических свойств грунтов теплофизическим способом», Горногеологическая теплофизнки». ЛГИ. Л, 1981), [23].

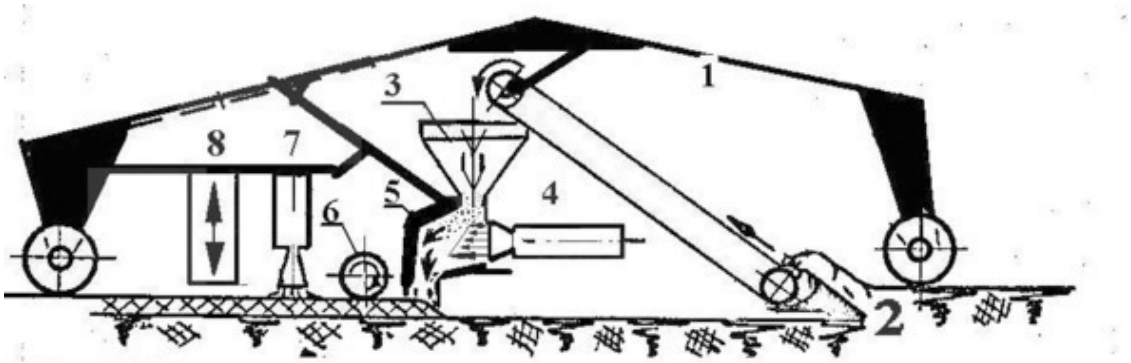


Рис.14 Технологическая схема агрегата для термогазодинамического упрочнения грунтовых поверхностей

1.Рама агрегата; 2. Зона забора грунта срезанного ножом. 3. Бункер для грунта; 4. Термогазогенератор для измельчения и первичного прогрева грунта из бунера; 5. Экран торможения газо-грунтовой смеси и направление её под каток; 6. Каток; 7. Термогазогенератор с перерасширенным соплом Лаваля для вторичного прогрева грунта; 8. Уплотнение, трамбовка грунтовой поверхности.



Рис. 15 Обжиг,упрочнение грунта ручным устройством

1.Перерасширенное сопло Лаваля; 2.Сменный вкладыш сопла Лавая; 3.Термогазогенератор; 4.Сёмная насадка.

2.2. Сверхзвуковая газовая струя из сопла Лаваля с давлением на срезе сопла Р.с=Ра-атмосферное давление, для прорезки темпе-ратурных швов в сплошных железо-бетонных покрытиях. Топливо: бензин, керосин + кислород. (Статья Боженов Е. П. Горб В. И. Иссле-дование характера взаимодействия горячего газового потока с железо-бетоном. [7].) **Патент «Способ нарезания пазов в покрытиях и устройство для его осуществления» [70**].

2.3. В лаб. «НФМНОЕИМС» разработанаы **«Способ заполнения швов и трещин». [69],** и устройства для их выполнения: в твердых покрытиях дорог и аэродромов.

3. СОВМЕЩЕННАЯ ТЕРМОГАЗОДИНАМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ОБЪЕКТОВ ГАЗОВЫМ ПОТОКОМ ОТ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ СВЕРХЗВУКОВЫХ СТРУЙ, ВСТРЕЧНЫХ и ПОПУТНЫХ.

3.1. С целью повышения эффективности обработки поверхност-ных слоев грунта на них воздействуют рабочим газовым потокам, образовавшимся после взаимного пересечения, под разными углами, противоположных, встречных С\З газовых струй. Это так же новый метод упрочнения грунтов Сверхзвуковым струйным термогазо-динамическим методом.



Рис.16 Термогазодинамическая обработка объектов встречными сверхзвуковыми струями
1. Газогенератор с соплом Лаваля; 2. Верхний кожух.

Совмещенная сверхзвуковая струйная термогазодинамичес-кая обработка предложена в 1960г., **рис.16**. В заявке на изобретение, впервые применено несколько С\з-х газовых струй. Их пересечение создает газовую зону обработки объекта, например для обжига грунта. Экспертиза неоднократно откланяла заявку, из-за её яко бы, по мнению эксперта, «неработоспособности». Практика показала обратное.

3.2. Устройство, лаб.«НФМНОЕИМС», **рис.17, создано для обработ-ки плосковыгнутых грунтовых поверхностей.** Под кожухом-1, есть сопла Лаваля. Их пересекающиеся С\з-е струи, встречные и попутные, состоят из продуктов сгорания топлива или горячего воздуха. Под их пересечением возникает дозвуковая горячая газовая зона обработки поверхности. Кожух-1, с батареей газогене-раторов, ставится в рабочее положение. 17. В устройстве-3, в термога-зогазогенератор подается: кислород + бензин, керосин. В устрой-стве-4, подается топливо: сжатый воздух + углеводороды или только горячий сжатый воздух.

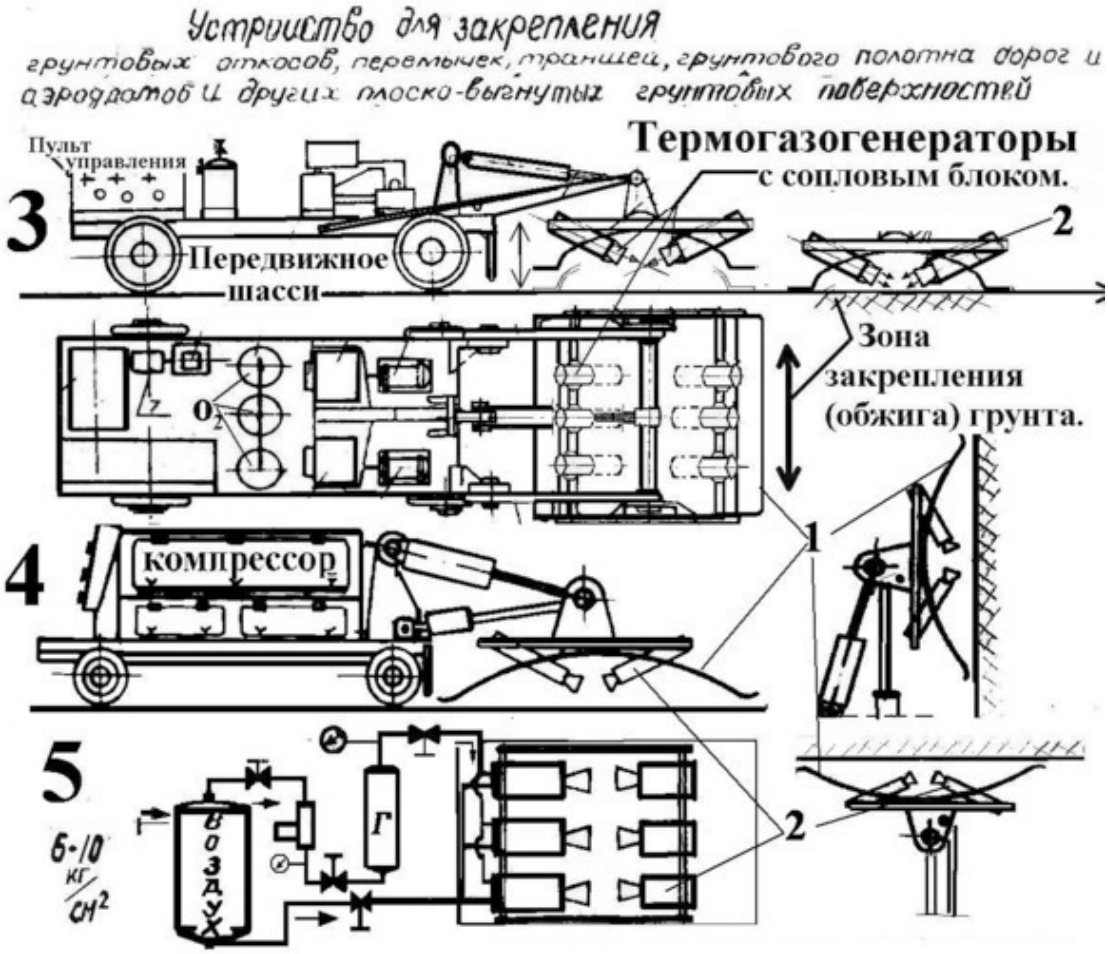


Рис 17 Устройство для закрепления гарунтовых откосов, перемычек, грунтового полотна дороги и аэродромов и других плоско-выгнутых грунтовых плоскостей

1.Кожух; 2. Термогазогенераторы или Нагреватели воздуха с соплом Лаваля; з. Агрегат подачи топлива: кислород+ углеводороды; 4. Компрессор с системой-5 подачи бензина, керосина.

3.3. **Патент 381546,«Способ обработки твердого материала»,** [24], 71г., рис.18. **Впервые энергия пересекающихся С\з-х струй газа применена для разных видов обработки.** При их пересечении возни-кает сложная трехмерная газовая структура перестроения С\з-х струй в высокотемпературный рабочий поток, обрабатывающий объект. Вид обработки зависит от параметров С\з-х струй и расстояния от среза сопла до обрабатываемой поверхности.

"Способ обработки твердого материала". патент а.с.381546.

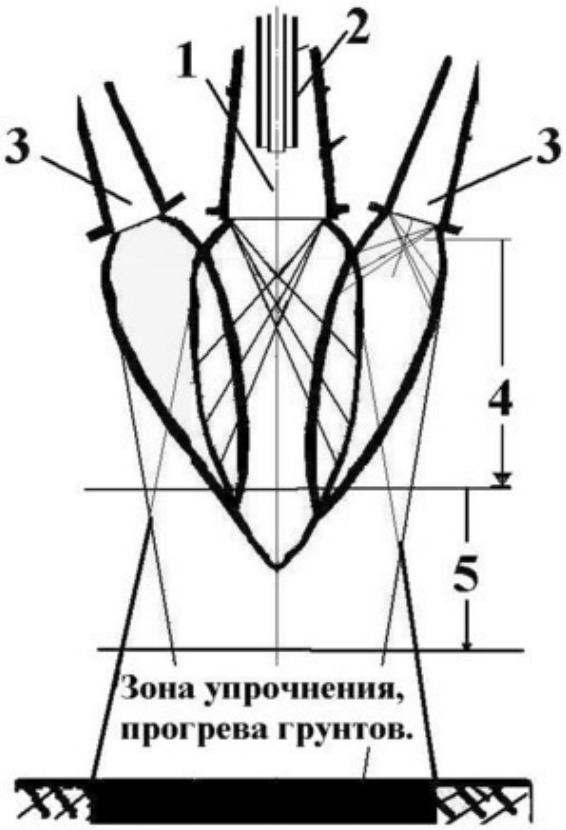


Рис.18 Совмещенная газоструйная термогазодинамическая обработка

1.Центральное сопло Лаваля; 2. Коаксиальный канал для одновременной или периодической подачи двух тех.агентов с разными свойствами; 3. Противоположные боковые сопла Лаваля, расположены под улом к соплу-1. Возможно применение несколькиз пар таких сопел; 4. Зона нанесения, напыления на поверхность объектов расплавленных, подплавленных тех.агентов; 5. Зона нанесения, наплавления, напыления нагретых тех.агентов.

Так же в патенте 381546 впервые применена центральная трубка-2 для ввода порошка в тело С\з-ой струи в закритической зоне сопла Лаваля,71г. и затем нанесения на поверхности. Трубка-2 открыта в сверхзвуковой зоне сопла. Конструкция трубки-2 может быть любая, в частности она выполнена как коаксиальный стержень, [24]. Трубка -2, ставится в центральном сопле-1 или в боковых соплах Лаваля-3. Способ, позволяет выполнять широкий диапазон различных операций, в том числе наносить антикоррозионные, декоративные, укепляющие, упрочняющие, изоляционные покрытия на поверхности различных объектов и для улучшения грунтовых поверхностей. **В зависимости от рассто-**

яния между срезом сопла Лаваля и обрабатываемой поверхностью представляется возможным выделить некоторые зоны обработки:

1.В начале зоны-4 материал бурится, разрезается, фрагментиру-ется; 2. С середины зоны-4 выполняется чистка поверхности от твердых наростов, наслоений; З. В конце зоны-4 выполняется нанесение покрытий порошками и тех. агентами. 4. В зоне-5 выпол-няется наплавление, напыление, нанесение порошков и тех. агентов, находящихся в разогретом, полужидком виде. Устройство работает и без трубки-2, выполняя: 1.Фрагментацию, измельчение минеральных сред; 2.Упрочнение грунтов; 3.Очистку, зачистку поверхностей и т. п. операции. **В целом патент 381546, выполняет широкий круг технологий «струйной термогазодинаической обработки объектов».**

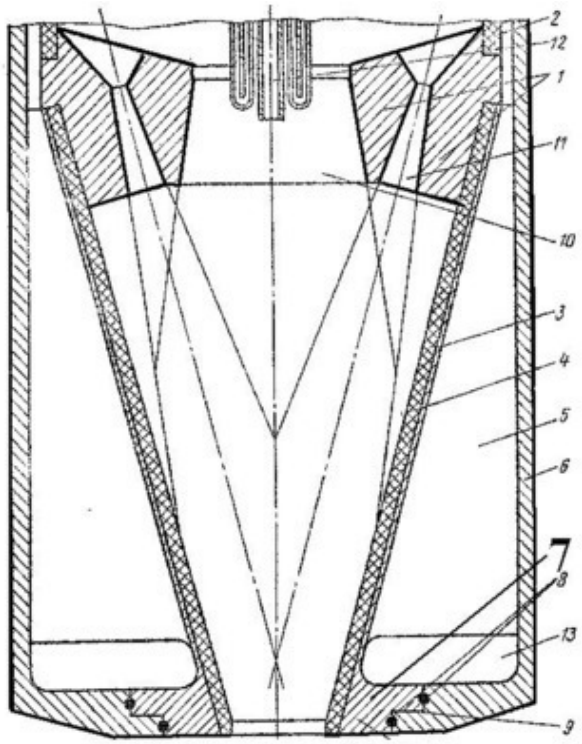


Рис. Патент 523980

3.3.1. В эту же группу входит: Патент.523980, «Устройство для тер-мического разрушения и обработки твердого минерального матери-ала», [25].74г. Из боковых сопел Лаваля выходят сверхзвуковые вы-сокотемпературные газовые струи и соударяясь, образуют вместе с центральной сверхзвуковой струей ударные волны. Ударные волны, охваченные конической насадкой-3, сжимаются, что увеличивает эф-фект обработки объекта термогазодинамическим способом. Из стер-жня-12 подаются любые порошки, тех. агенты. Устройство работает и без центральной трубки-12.

4. ПОЛЫЕ НАСАДКИ, НА ВЫХОДНЫХ СРЕЗАХ СВЕРХЗВУКОВЫХ СОПЕЛ, ДЛЯ ОБРАБОТКИ ОБЪЕКТОВ.

Меняя конфигурацию насадок на выходном срезе сопла Лаваля и внося в их полость дополнительные технологические компоненты (тех. агенты), порошки можно выполнять различные виды обработки.

4.1. Патент **675290, «Термогазогенератор»,** [26], ЛИСИ, 71г. **рис.19. Впервые обработка объектов выполняется Особым Сопловым блоком на устройстве**, [4], или ана-

логичную ему, который имеет наружную насадку-3 на выходном срезе одного или нескольких сопел Лаваля, рис.19, что увеличивает площади обработки за один проход, также и за счет увеличения пятна контактна струи с преградой, инжектируя наружный воздух в тело рабочей газовой струи. **Насадка или наружная обечайка-3, рис.19, на С\з-ом сопле может быть с любой геометрией внутренней полости, начиная от выходного среза сопла.** Наружный воздух засасывается в полость насадки-3, понижая температуру рабочего газового потока в насадке до величины упрочнения грунтов или удаления ржавчины, грязе-красочных, ледовых и других наростов. При необходимости геометрия сопла-2 может быть выполнена по аналогии с соплом из рис.10.

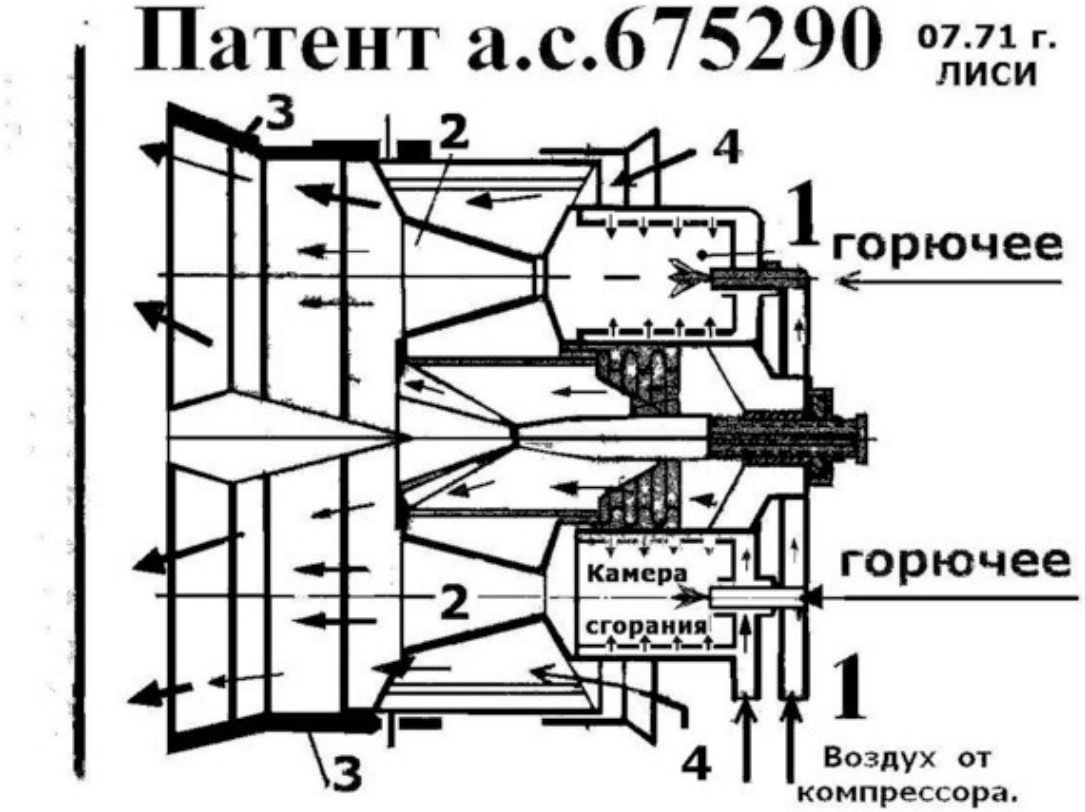


Рис.19 Особый Сопловой блок с цилиндрическо-расширяющейся насадкой на срез сопла Лаваля
1. Сжатый воздух (окислитель) от компрессора;
2. Сопла Лаваля; 3. Насадка на выходной срез сопел Лаваля; 4. Забор наружного воздуха для изменения температуры газового рабочего потока.

4.2. Сменные Особые Сопловые блоки

4.2.1. Патент **607922, «Термоинструмент»,** [27], ЛИСИ, 70г., **рис.20.** Предназначен для термогазодинамического упрочнения грунтовых плоскостей, откосов, для очистки от ржавчины и лакокрасочных наслоений, для удаления снего-ледовых наносов. **Впервые применён Особый Сопловой блок с: эжектором-2 и соплами, сопло Лаваля-3, сопло Лаваля-4.** Они вместе создают газовую рабочую струю для об-работки объекта. Съемные сопло-3, сопло-4 имеют разную геометрию, что позволяет менять режим обработки. Пере-

движной, сменный эжектор позволяет менять объем затягиваемого наружного воздуха, рабочую температуру струи и размер пятна её контакта.

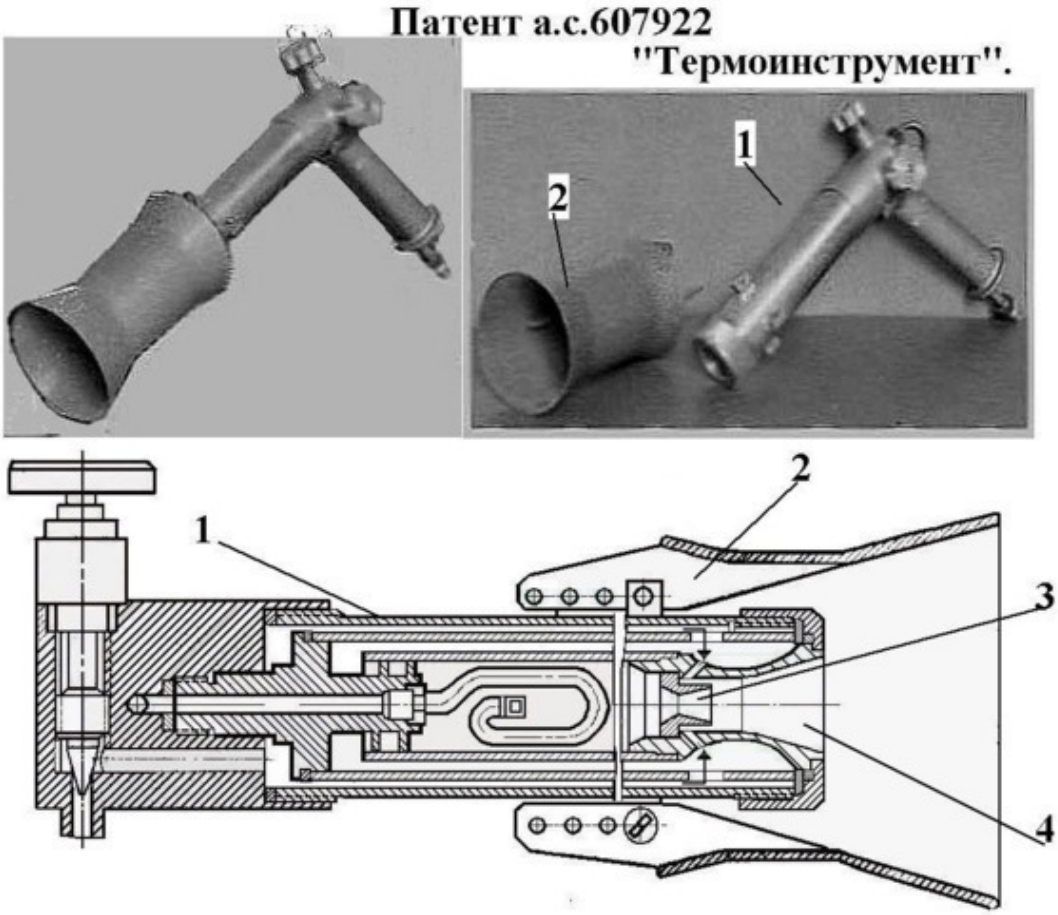


Рис.20 Ручной термоинструмент для прогрева поверхности объектов (грунтовых, асфальтобетонных, металлических и т.п.), для снятия снеголедовых и грязевых наростов, лакокрасочных наслоений и ржавчины

1. Термогазогенератор; 2. Сменный эжектор; 3. Сменное сопло Лаваля; 4. Сменное сопло для создания начального рабочего газового потока.

4.2.2. Патент **426108, «Термогазогенератор»,** [28],71г, **рис.21**. Специ-альная сменная насадка в виде пирамиды ставится на выходном срезе сопла Лаваля или на промежуточной втулке-6, установленной на сопле Лаваля. Внутренняя полость имеет разную конфигурацию и объём. Применены насадки съемные и постоянные, жестко соединенными с стенками сверхзвуковой зоны сопла. Вид обработки зависит от типа насадок. **Щелевое сопло-9 может быть сверхзвуковым и дозвуковым.** В полости пирамиды, С/з-я струя из сопла Лаваля-5 перестраивается в рабочий поток. Пирами-да-1 имеет один или несколько коллекторов-7, из которых, через отверстия-8, подаются в полость-1, дополнительные тех. агенты: поро-шки, взвеси, жидкость, газы, воздух.

Патент а.с.426108

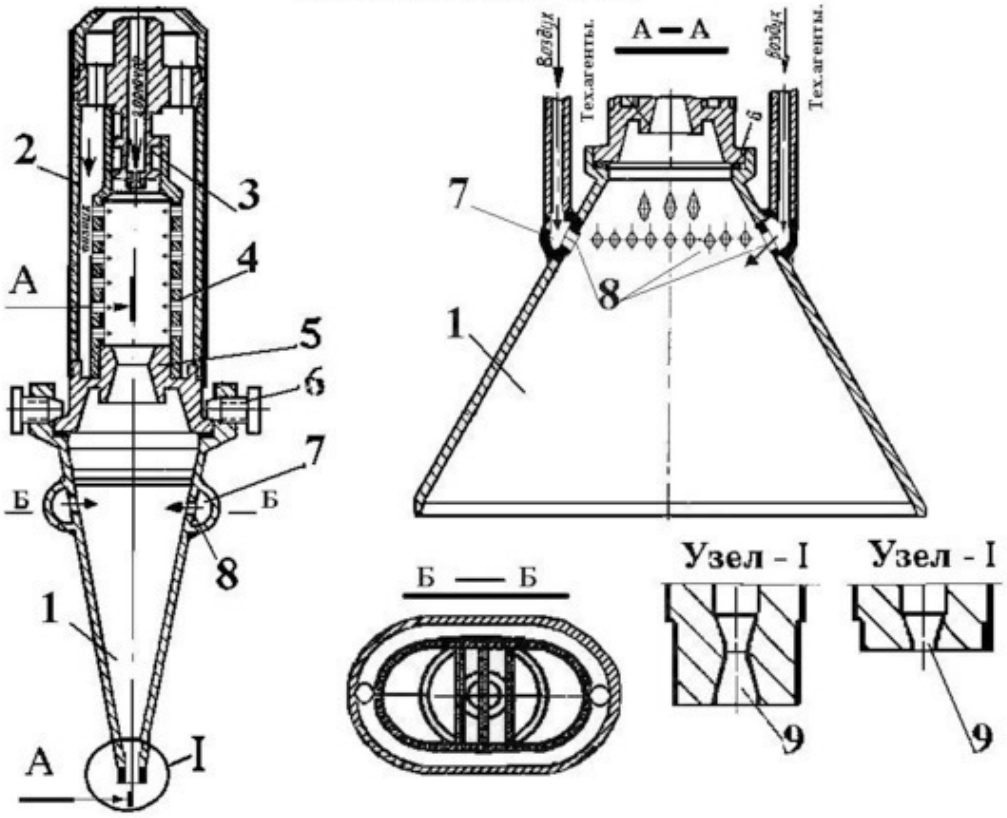


Рис.21 Особый Сопловой блок для обработки поверхности объектов

1. Съемная насадка на срез сверхзвукового сопла; 2.Термогазогенератор; 3. Форсуночный узел; 4. Камера сгорания; 5. Сменные сопла Лаваля с разной геометрией; 6. Узел установки насадки на сопло Лаваля; 7. Коллектор: 8.Отверстия для подачи технологических агентов в полость насадки; 9. Щелевое сопло насадки.

Патент а.с.426108

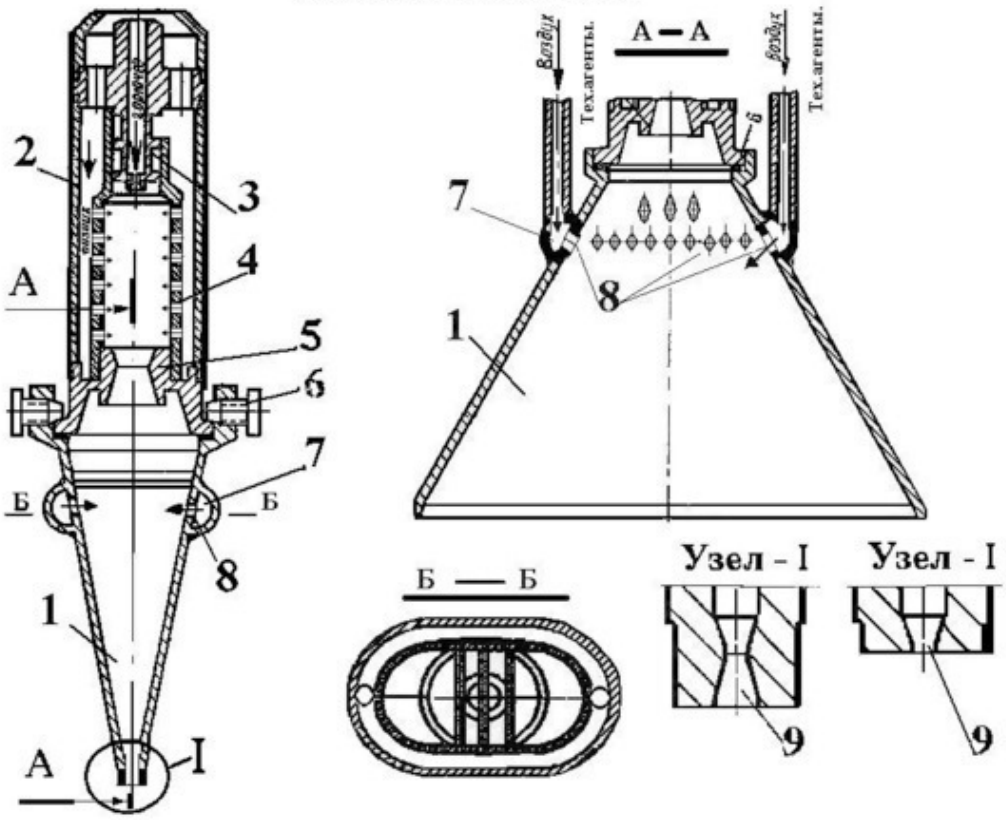


Рис.21 Особый Сопловой блок для обработки поверхности объектов

1. Съемная насадка на срез сверхзвукового сопла; 2.Термогазогенератор; 3. Форсуночный узел; 4. Камера сгорания; 5. Сменные сопла Лаваля с разной геометрией; 6. Узел установки насадки на сопло Лаваля; 7. Коллектор: 8.Отверстия для подачи технологических агентов в полость насадки; 9. Щелевое сопло насадки.

Воздух, как тех. агент, при меняют для изменения температуры рабочего газа из сопла-9, при разных видах обработки, например:

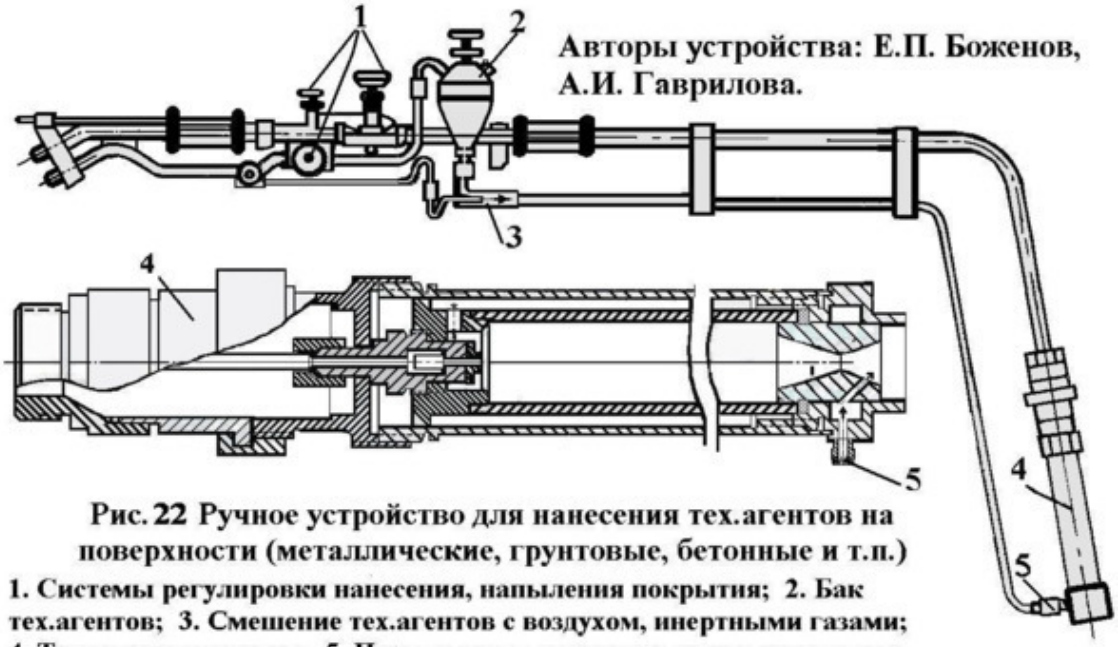
1. Упрочнение грунтов; **2.** Удаление ржавчины, грязе-красочных насло-ений с поверхности стальных, бетонных конструкций, ферм мостов, судовых корпусов и надстроек; **3.**Удаления снеголедовых наростов с различных конструкций, корабельных палубных надстроек, привальных портовых стенок, дорог, ж\д стрелок, переходов.

Воздух, как тех. агент, при меняют для изменения температуры рабочего газа из сопла-9, при разных видах обработки, например:

1. Упрочнение грунтов; **2.** Удаление ржавчины, грязе-красочных насло-ений с поверхности стальных, бетонных конструкций, ферм мостов, судовых корпусов и надстроек; **3.**Удаления снеголедовых наростов с различных конструкций, корабельных палубных надстроек, привальных портовых стенок, дорог, ж\д стрелок, переходов.

2. При создании структурированных слоев прочного грунта или изоляционного грунтового слоя, применяют расплавляемые тех. аген-ты: жидкое стекло, подплавленную взвесь порошка, термопластичные взвеси скрепления грунта. При необходимости вводят тех. агент для регулировки температуры, повышения или понижения, рабочего газа. Тех. агенты вводятся единовременно или периодически через один или разные коллекторы.

4.3. В ручном устройстве, рис.22, порошок вводят из отверстий в стенках сверхзвуковой закритической зоны сопла Лаваля.



Авторы устройства: Е.П. Боженов, А.И. Гаврилова.

Рис. 22 Ручное устройство для нанесения тех.агентов на поверхности (металлические, грунтовые, бетонные и т.п.)

1. Системы регулировки нанесения, напыления покрытия; 2. Бак тех.агентов; 3. Смешение тех.агентов с воздухом, инертными газами; 4. Термогазогенератор; 5. Подача смеси тех.агента в тело сверхзвуковой струи по патенту а.с 299370 «Газоструйный инструмент».

5. ТЕРМОГАЗОДИНАМИЧЕСКИЙ СПОСОБ ПРОХОДКИ ЛЕДОВЫХ, ГРУНТО-ЛЕДОВЫХ МАССИВОВ.

Воздействие льда на сооружения – больная проблема всей страны, особенно в Арктике. Известные способы воздействия на лед: 1.Тер-мические (радиационный, естественный, искусственный обогрев, растапливание льда паром, горячим воздухом, горячей водой, огнега-зовым факелом); 2.Химические; 3.Электро-физические и Лазерные; 4.Взрывные; 5.Механические. Все они отличаются сложностью кон-струкции, высокой стоимостью изготовления и обслуживания. Патен-тные поиски и высокие затраты на НИР по борьбе с льдообразовани ями, пока не оправдываются. Их разовое применение вынужденное. Реальных методов борьбы с пайковым льдом, торосами, зажорами, заторами и стамухами- нет. В статье Боженов Е.П, **«Термогазодина-мическое бурение ледовых массивов». Кн Горная технологическая теплофизикаа.** Тез. 11 Всесоюзной, науч.-гех. Конф. «Проблемы горной теплофизнки». ЛГИ. Л., 1981, [38].В ней **предложен прнпципиально иной метод борьбы с льдообразованиями.**

5.1. Высвобождение объектов из льда, мерзлого грунта.

Лом, пешня, кирка и отбойный молоток – основные средства выс-вобождения предметов, механизмов вмерзших в лёд, грунт. Для реше-ния этой задачи в лаб. «НФМНОЕИМС», спроектирован многоцелевой инструмент ТГИ-1В, **«Устройство для разработки мерзлого грунта»,** с использованием патента 404924, [16] и патента а.с.527085 [15], для высвобождения подкрановых путей из мерзлого гру-нта на объектах УМ-250, трест «Глав. Зап. Строй», [19], рис.23. Установлено, ТГИ-В1 мгновенно «прожигает» С\з-й струёй лед и ледовый грунт в пятне её контакта с ними. При этом стенки реза в мерзлоте, льде остаются пр-очными. Ком-

прессорщик, оператор, подсобник, одним ТГИ-В1, рабо-тающим от ЗИФ-55, высвобождают все звено подкранового пути за 45—50 мин., без его разрушения и повреждении деревянных, бетонных шпал, опорных плит. С/з-й струёй достаточно обдуть торцы шпал или 0.3—0,5 периметра опорной плиты не зависимо от степени смерзания, и засыпки звена. Нижняя часть путевого звена теряет связь с мерзлым грунтом, льдом, без её обдува С\з-й струёй. Звено легко вынимается из призмы пути. За создание, применение ТГИ-В1 лаб.«НФМНОЕИМС» и УМ-250, за применение, награждены Медалями ВДНХ СССР.



Рис.23 Применение термогазодинамичекого инструмента ТГИ-В1 для высвобождения конструкций из ледового и мерзлого грунта

Изогнутая под углом-110 гр. ручная штанга ТГИ-В1 позволила, в отличии от термобуров, удобно удерживать струю в нужной зоне, а отработанный газ не идет на оператора. Регулировка режима работы выполняется вентилями на его штанге, рис.23. Боженов Е. П. **«Термогазодинамический способ высвобождения шпал железнодорожных путей карьеров в зимнее время». Кн.** Горнотехно-технологическая теплофизика. Всес. науч. техн. Конф. «Проблемы горной тенлофизики», ЛГИ. Л. 1981. [29], [30].

Работая от пневморазводки, пневмопривода тепловоза ТГИ-В1 применяется при демонтаже железнодорожных. путей, удалении нале-дей на путевых, стрелочных переходах, между остряками и рамным рельсом, удалении льда из водопропускных трубах дорог, мостов и т. п. сооржении. Его эффекивность на порядок выше скребка с воздушным соплом и всех типов обогревателей, в гололед, снегопад, метель.

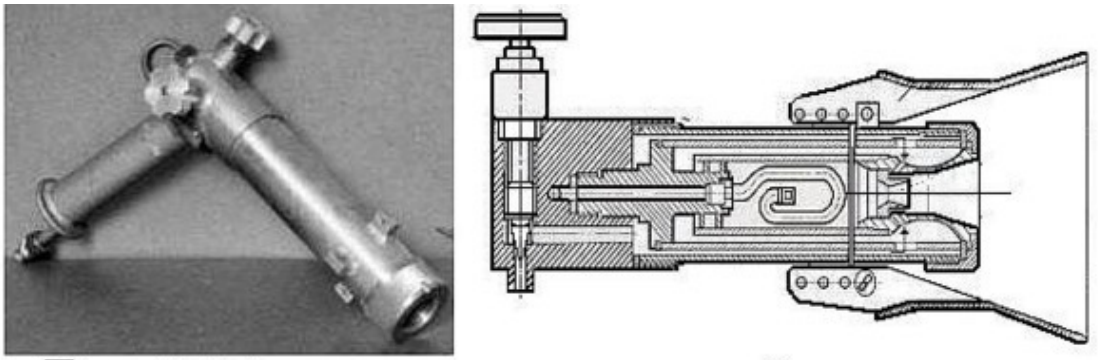


Рис.24 Термогазодинамический инструмент для снятия наледей с палубных надстроек

При обледенении любых судов, особенно промысловых в осенне-зимние «шторма», есть топор, кувалда, скребок. Они причина травм экипажа и аварийных ситуаций от повреждения судового, крабельного такелажа, электро-проводки, трубопроводов и других систем или палубной вертолетной площадки. **Иструмент, рис.24, решает проблему.**

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, купив полную легальную версию на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.