



УКРАЇНА

(19) UA (11) 40996 (13) A

(51) 7 E21B43/117

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ГЕРМЕТИЧНИЙ КУМУЛЯТИВНИЙ ЗАРЯД

(21) 2000127499

(22) 26.12.2000

(24) 15.08.2001

(46) 15.08.2001, Бюл. № 7, 2001 р.

(72) Морозов Сергій Рудольфович, Кудрявцев
Андрій Леонідович(73) МОРОЗОВ СЕРГІЙ РУДОЛЬФОВИЧ, КУДРЯВ-
ЦЕВ АНДРІЙ ЛЕОНІДОВИЧ

(57) Герметичний кумулятивний заряд для перфорації обсадних колон нафтових і газових свердловин, що включає оболонку, усередині якої розміщена кумулятивна виїмка і вибухова речовина, а також герметизуючу кришку, який **відрізняється** тим, що оболонка виготовлена із заготівки з автоматної сталі, отриманої гарячою деформацією зі зливків.

Винахід відноситься до галузі буровлення, зокрема, до конструкцій перфраторів і вибухових зарядів до них для перфорації в нафтових і газових свердловинах.

Для перфорації обсадної колони, цементної каблучки (кільця) та гірської породи у свердловину опускають спеціальний пристрій - перфратор, основними елементами якого є вибухові заряди. Пробиті з їхньою допомогою отвори забезпечують гідродинамічний зв'язок продуктивного шару і свердловини. У залежності від геологічних умов застосовують перфратори різних конструкцій, що тягне за собою використання зарядів також різних конструкцій. Для безкорпусних перфраторів застосовують герметичні заряди. Оболонка (корпус), а іноді, якщо не передбачено її витягування зі свердловини, і кришка такого заряду повинні після вибуху зруйнуватися на дрібні осколки, що не закупорюють перетин свердловини. Для цього указані деталі роблять зі скла або з алюмінієвих сплавів, які при вибуху добре руйнуються, а якщо і закупорюють скважину, то піддаються розбуренню буровим інструментом.

Відома конструкція герметичного кумулятивного заряду, що включає оболонку, усередині якої розташовані кумулятивна виїмка та вибухова речовина (ВР), а також герметизуючу кришку. При цьому оболонка як і герметизуюча кришка, виготовлена із крихкого неметалевого матеріала, скла або ситалу (Прострілочно-вибухова апаратура. Довідник / Під редакцією Л.Я. Фридляндера, М., Надра, 1990, стор. 75). Ці заряди і сьогодні серійно випускаються в Росії і використовуються українськими нафтовиками.

У зазначеній конструкції деталі заряду руйнуються вибухом на дрібні осколки, які практично не засмічують свердловину, а у разі необхідності,

піддаються розбуренню. Однак скло, добре працює на стиск, є недостатньо міцним при розтягу і у момент вибуху слабо перешкоджає розкиданню вибухової речовини, не забезпечуючи належну ефективність кумулятивного заряду.

Метою даного винаходу є створення конструкції герметичного кумулятивного заряду для перфорації обсадних колон нафтових і газових свердловин, що забезпечує підвищення ефективності використання вибухової речовини при одночасному виключенні засмічення свердловини великими металевими осколками зарядів.

Спроби використання різних модифікацій чавуну для виготовлення деталей герметичних зарядів не дало результату. Испити довели, що чавун при тиску та температурі в свердловинах (до 100 МПа і 150°C відповідно) пропускає крізь себе рідину.

Сталева оболонка заряду має високу міцність і у момент вибуху перешкоджає передчасному розкиданню ВР, що підвищує ефективність її використання. Це дає збільшення пробиваємої довжини і діаметру отвору. Разом з тим, необхідно, щоб застосовувана сталь при вибуху заряду руйнувалася на дрібні осколки, не засмічуючи свердловину.

Розробки технології одержання таких сталей марок ПМ 11 і ПМ 12 (Заготівка трубна, прутки гарячекатані, ковані, гарячепресовані із сталей з підвищеною та високою осколковістю, ТУ 14 - IV - 1940 - 94, 1994), зроблені за участю авторів. Заготівка, яка виробляється за цими технічними умовами, призначалась для виготовлення деталей зарядів перфраторів, повинних руйнуватися під час вибуху з утворенням великого числа дрібних осколків, що не засмічують свердловину і не переш-

коджують підйому прострілічно-вибухової апаратури після спрацювання.

Основними методами отримання сталей, що забезпечують таку осколковість, являється легування їх елементами, утворюючими велику кількість неметалевих включень (дефектів), і одержання подовженої форми дефектів з рядковим розташуванням. Мікроструктура заготівлі на подовжніх шліфах для двох зразків сталі марки ПМ12 приведена на фіг.1, 2. Сталь має явно виражену текстуру і в окремих зонах рядкове розташування неметалевих включень. Окремі дефекти, що потрапили у площину зрізу мають досить довгу форму. З мікроструктури видно, що сталь, заздалегідь розмічена концентраторами напруги, забезпечуючими при ударному навантаженні розтягом руйнування по шаблону, закладено-му в структуру металу.

Недоліком структури таких сталей є відносно мала частина витягнутих дефектів і невелика кількість зон з їх рядковим розташуванням. Це обмежує осколковість заряду так, що отримані результати можна мати застосовуючи звичайну вуглецеву сталь марки Сталь 45 при використанні спеціальної окрихчуючої термообробки. Це, а також дуже висока вартість цих сталей обмежують їх практичне використання. Висока вартість зв'язана з тим, що легуюча речовина, створююча дефекти (селен, сера, фосфор), у процесі виплавки сталі забруднюють футеровку металургійної печі та розливочного ковша. Наступне використання агрегату для виробництва якісних сталей стає можливим тільки після їхнього очищення шляхом багаторазового промивання рідкою сталлю, що далі буде використана як низкосортна.

Ціль винаходу досягнута тим, що у герметичному кумулятивному заряді, який включає оболонку, усередині котрої розміщені кумулятивна виїмка та вибухова речовина, а також герметизуючу кришку, відповідно до винаходу, оболонка виготовлена із заготівки з автоматної сталі, отриманої гарячою деформацією із зливків і схильна до руйнації на дрібні осколки при ударних навантаженнях. Існуючі конструкції перфораторів пред'являють різні вимоги до осколковості кришки заряду і у даному випадку не розглядаються.

Автоматні сталі були розроблені в СРСР після появи верстатів-автоматів і призначалися для масового виробництва на них деталей при високих швидкостях різання з малим зносом ріжучого інструменту, що зменшує частоту його заміни і відповідно час наладок. Зараз деталі з автоматних сталей широко застосовуються в автомобілебудівництві та ін. галузях у механізмах, де питомі навантаження відносно не великі (Довідник металіста, "Металлургиздат", М., 1976, стор. 101 - 128.). Підвищена оброблюваність цього класу сталей досягається в основному за рахунок великого вмісту сірки (0,15 - 0,35%). При цьому зменшується тертя між стружкою й інструментом за рахунок дії сульфідів, що змазують, і ламкості стружки. Додатки свинцю (до 0,15%) дозволяють додатково збільшити режими різання і термін служби інструмента, оскільки створювана плівка свинцю ще більше знижує тертя і стружка ламається ще краще. Широкому застосуванню сірчистих сталей перешкоджає зниження їхніх механічних властивостей і красномомкість.

Наш прогноз придатності автоматних сталей базувався на наступних положеннях. Наявність у них великої кількості сірки і марганцю гарантує одержання багатьох неметалевих включень сульфідів марганцю. Стандартна технологія виробництва на великих металургійних підприємствах круглої заготівлі (прутків), що застосовується в металообробці, передбачає наступну послідовність дій. Після виплавки сталь розливається в ізложниці з утворенням злитків великої (декілька тонної) маси. Метал злитків шляхом прокатки спочатку на обжимному стані (блюмингу), потім на сортових станах поступово в сотні разів збільшують свою довжину за рахунок зменшення поперечного перетину. При цьому неметалеві включення витягаються уздовж вісі прокатки. Великі включення можуть розділитися на послідовності більш дрібних, розташованих у ряд. З'являються довгі включення зі стрічковим розташуванням.

Виробництво деталей зарядів (оболонки) робиться з заготівки різанням на верстатах так, що вісь прокатки при виробництві заготівки збігається з віссю симетрії деталі. При цьому бічні поверхні оболонки виявляються разлиновані дефектами у потрібному напрямку.

Дослідження застосовності такої заготівки з автоматних сталей для виробництва оболонки кумулятивних зарядів перфоратора, де потрібна руйнація з підвищеною осколковістю проводилося на декількох представниках цього класу. Детально вивчалася сталь марки АС 14 (ТУ 14 - 1 - 512 - 73, ТУ 14 - 1 - 258 - 72), що має дуже велике поширення. Хімічний склад сталі (С 0,10 - 0,17; Мн 1,0 - 1,4; Si < 0,1; S 0,15 - 0,30; P < 0,1; Pb 0,15 - 0,30) типовий для даного класу. Отримані задовільні результати. Найкращі результати отримані при застосуванні сталі марки АС45Г2 (ТУ 14-1 - 271 - 72), що має підвищений вміст вуглецю і сірки (С 0,40 - 0,48; Мн 1,35 - 1,65; Si < 0,1; S 0,24 - 0,35; P < 0,04; Pb 0,15 - 0,35). У цій сталі гарна осколковість сполучається з досить високою міцністю ($\sigma_b = 00 \text{ кг/мм}^2$) після термообробки деталей.

Вивчення застосовності здійснювалося у двох напрямках: досліджувалася мікроструктура сталі, наявність у ній витягнутих дефектів, розташованих стрічково, а потім практично перевірялася її осколковість при відстрілі зарядів у камері високого тиску, що імітує умови в свердловині.

Фотографії шліфів зразків сталі АС45Г2, відібрані уздовж вісі симетрії круглої заготівлі наведені на фіг. 3 - 8. Фіг. 3-4 показує для двох зразків при збільшенні у 100 разів форму неметалевих включень, що потрапили у площину зрізу шліфа. Добре видна витягнута форма і рядкове розташування практично усіх дефектів. На фіг. 5-6 показан вигляд дефектів тих же зразків при збільшенні в 500 разів. На фіг. 7-8 при різних збільшеннях після травлення показана мікроструктура сталі, вирізаної з термообробленої оболонки. Структура являє собою феритно-перлитну суміш, розсічену стрічками неметалевих включень. Застосовувана термообробка (гартування з междкритичного інтервалу температур із наступною відпусткою) приводить до додатковому окрихненню металу.

З метою перевірки впливу матеріалу оболонки заряду на осколковість, були проведені по-

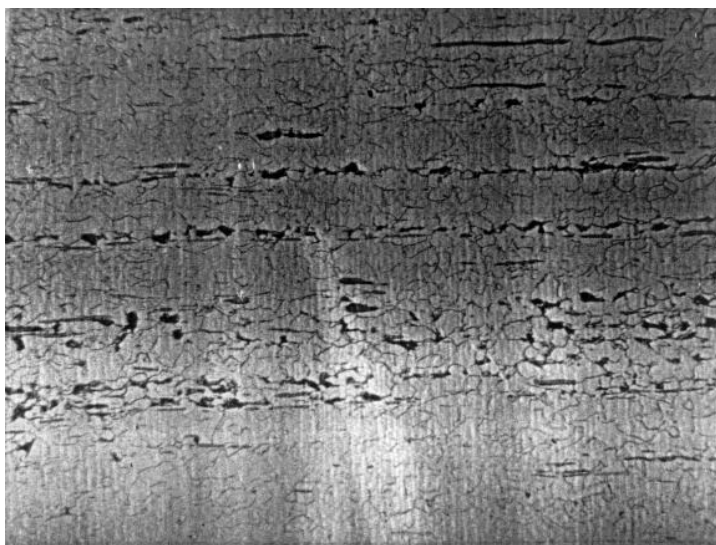
рівняльні іспити зарядів. Для цього були виготовлені п'ять зарядів з оболонками із заготовки з автоматної сталі АС45Г2, отриманої обробкою тиском із злитків і п'ять зарядів тієї ж конструкції з оболонками зі сталі марки Сталь 45 (ГОСТ 1050-74) з окрижуючою термообробкою. Для забезпечення герметичності були використані скляні кришки. Заряди спорядили ВР, кумулятивною виїмкою і підірвали їх окремими групами у спеціальній судині, що імітує умови у свердловині. Після зняття тиску і охолодження води у судині осколки металу витягалися вручну і за допомогою магніту. Після цього їх розсортували на чотири групи. Вид осколків після сортування наведений на фотографіях фіг. 9-10. Виявилось, що розмір максимальних осколків оболонки першої групи з автоматної сталі був до 8,5 мм, а оболонки зі сталі 45 - 32 мм, тобто приблизно в 4 рази більше, а відсотковий вміст самих дрібних осколків 4-й групи в запропонованому заряді в 2,5 рази більше, ніж у виготовленого зі сталі 45 (29,58% і 11,54% відповідно). У результаті було встановлено, що запро-

понована автоматна сталь забезпечила високу ступень осколковості.

Технічним результатом виготовлення оболонки із заготовки з автоматної сталі, отриманої горячою деформацією із злитків, є досить велика схильність до руйнації на дрібні осколки при ударних навантаженнях (вибуху заряду) за рахунок наявності в ній некомпактних строчкових неметалевих включень, що є концентраторами напруг. Оболонка руйнується на велику кількість дрібних осколків. Останні, дякуючи їхньому малому розміру, не засмічують свердловину. Крім того, оболонка заряду, зроблена з автоматної сталі, досить міцна у порівнянні з оболонкою, виготовленою зі скла або з алюмінієвих сплавів, і у момент вибуху перешкоджає передчасному розкиданню ВР. Це підвищує ефективність використання ВР і забезпечує збільшення довжини та діаметру отвору, що пробивається при вибуху заряду. При цьому автоматна сталь має відносно малу вартість, бо вона виготовляється на металургійних печах, назавжди закріплених за цим процесом.



Фіг. 1



Фіг. 2

40996

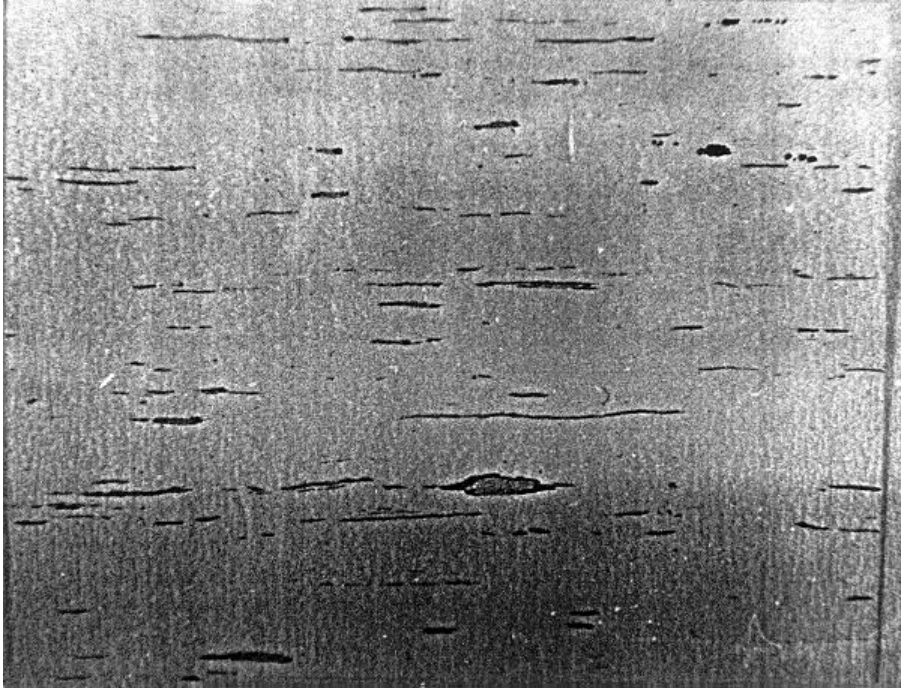
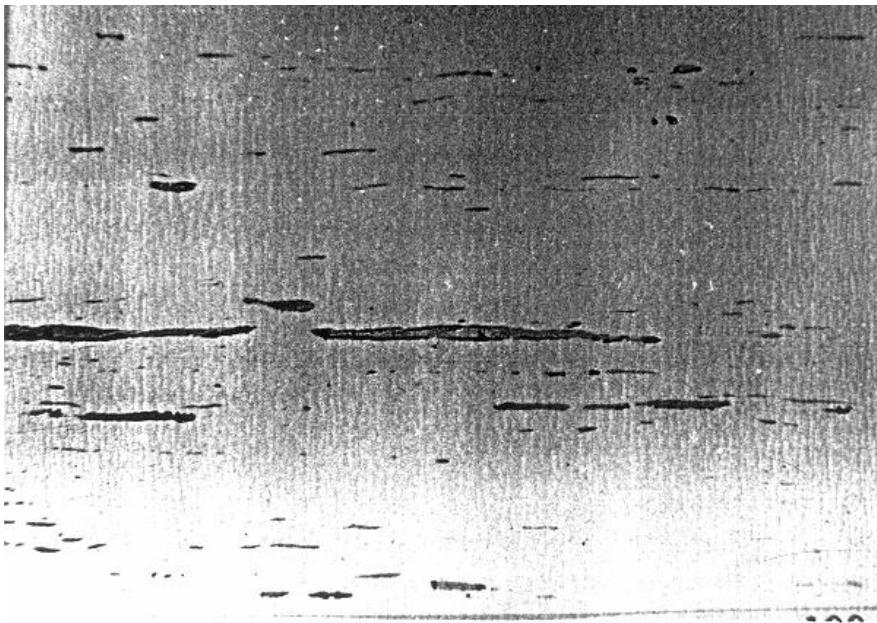


Fig. 3



x100

Fig. 4

40996

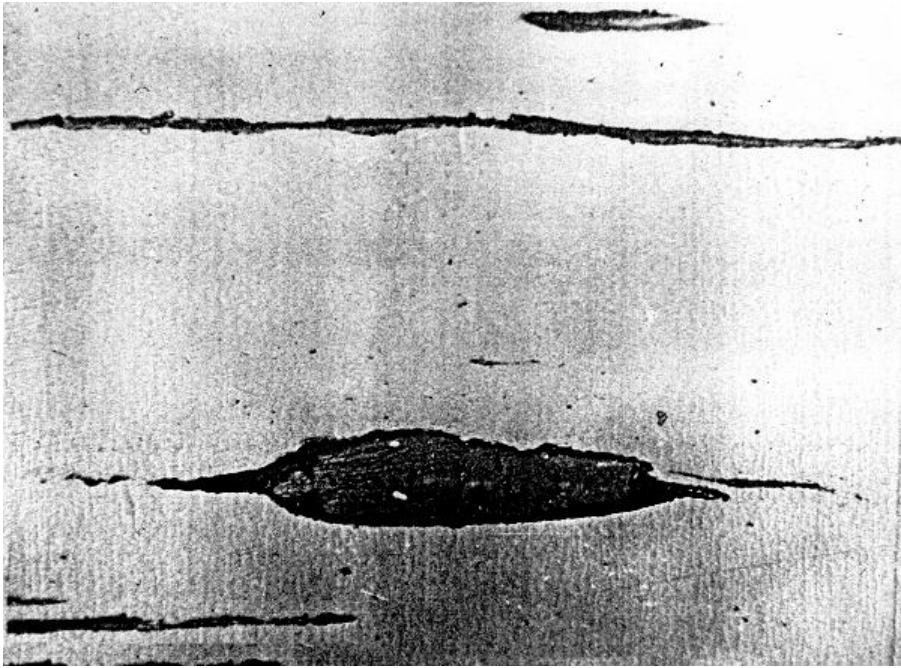
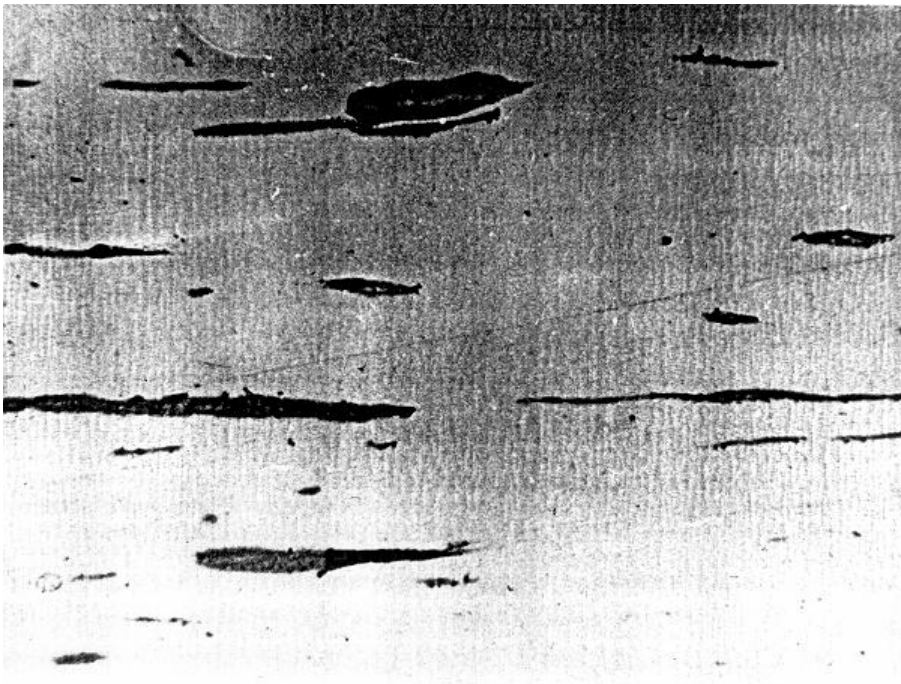
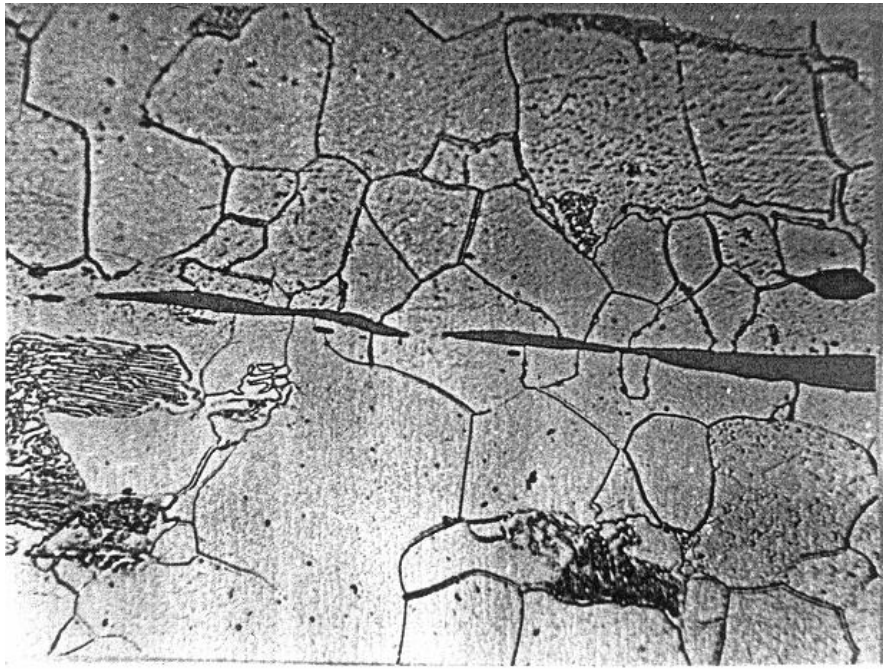


Fig. 5



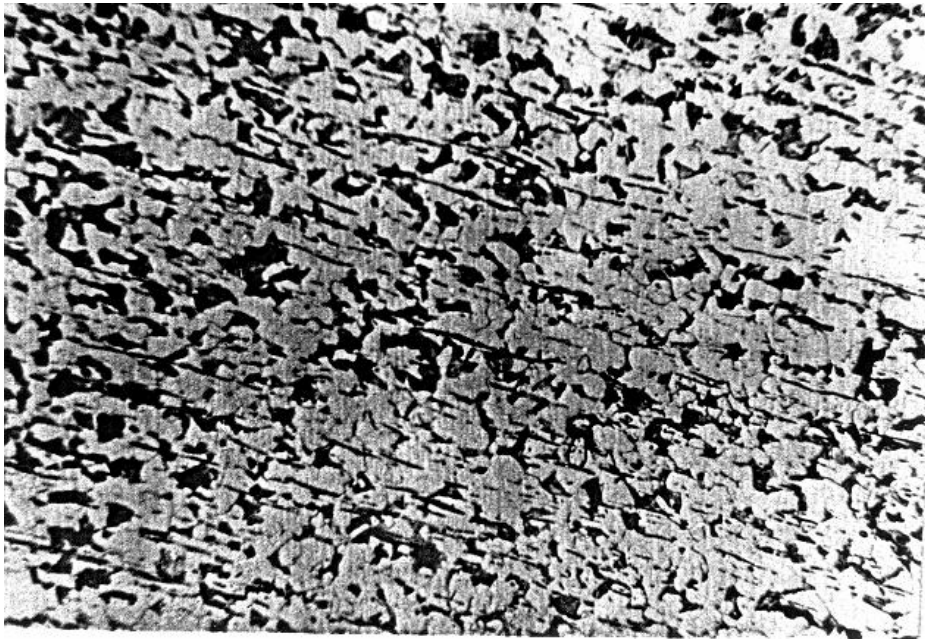
x500

Fig. 6



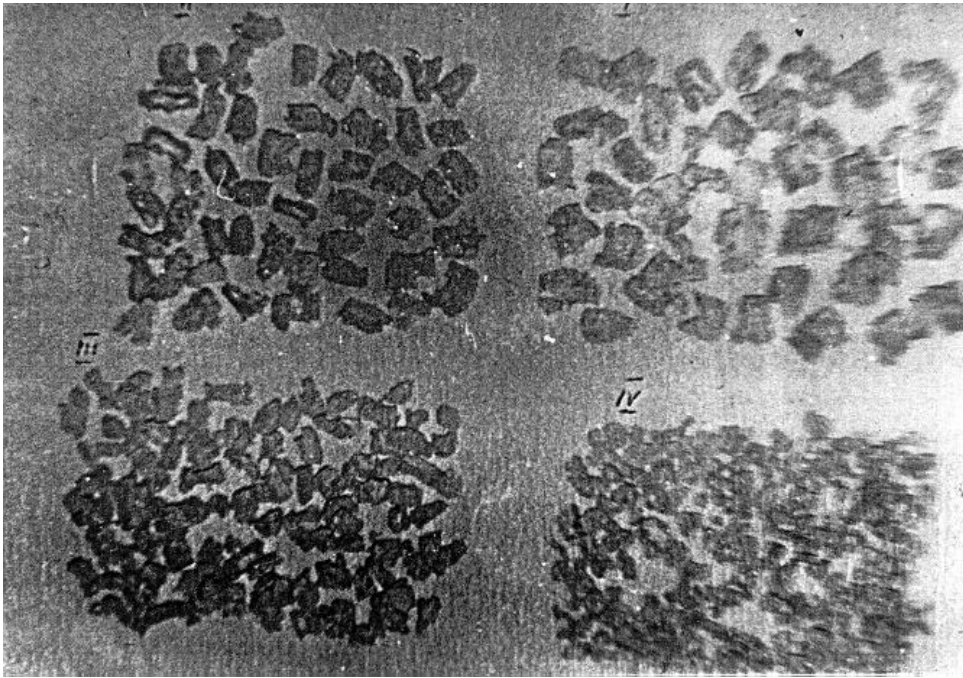
x 800

Fig. 7

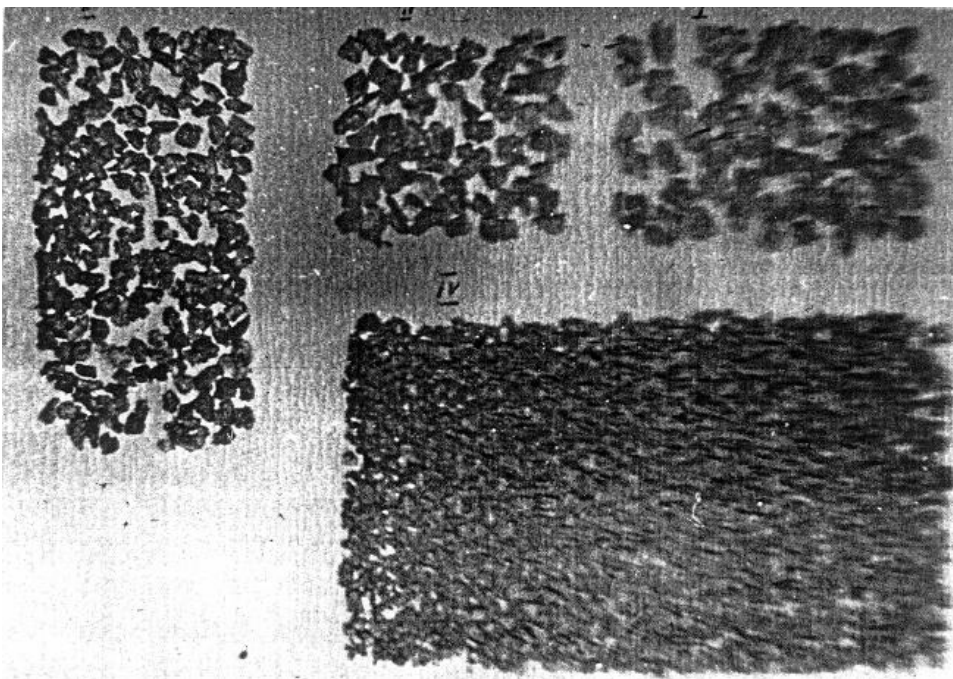


x 100

Fig. 8



Фіг. 9



Фіг. 10

Тираж 50 екз.

Відкрите акціонерне товариство «Патент»
Україна, 88000, м. Ужгород, вул. Гагаріна, 101
(03122) 3 – 72 – 89 (03122) 2 – 57 – 03
