

УТВЕРЖДАЮ:
Директор по производству АксЗФ
А.Д. Иманкулов
«10» ноя 2025 г.

СПРАВКА (предварительная)
о проведении опытно - промышленных испытаний
по внедрению системы улучшения схода сыпучих материалов
на основе генераторов ударных волн (ГУВ) в агломерационном цехе АксЗФ
SPRAWOZDANIE (wstępne)
z przeprowadzenia pilotażowych testów przemysłowych
nad wdrożeniem systemu usprawniającego przepływ materiałów sypkich
na bazie generatorów fal uderzeniowych (GFU)
w zakładzie aglomeracyjnym AksZF w Kazachstanie

1. Основания и инициатива
Podstawy wdrożenia

Сложные условия работы оборудования агломерационного цеха, постоянные сбои в подаче шихты, связанные с зависаниями и смерзанием сыпучих материалов, стали причиной многочисленных простоев и вмешательств персонала. ПрАО «ВЕГА ПЛЮС» была инициирована программа внедрения передовых решений, направленных на оптимизацию транспортировки сыпучих компонентов в производственном цикле.

В качестве решения была выбрана технология ударно-волновой очистки ЕКОЗУБ, получившая признание на ряде предприятий Европы. Генераторы GFU-24/8, разработанные польской компанией ЕКОЗУБ Sp. z o.o., демонстрируют высокую эффективность при ликвидации зависаний в бункерах и силосах. ПрАО «ВЕГА ПЛЮС» является официальным и эксклюзивным представителем ЕКОЗУБ в Казахстане, Украине и Грузии, что подтверждается соответствующим сертификатом.

Złożone warunki pracy urządzeń spiekalni, ciągłe awarie w dozowaniu wsadu związane z zawieszaniem i zamrażaniem materiałów sypkich powodowały liczne przestoje i interwencje personelu. PrJSC VEGA PLUS zainicjował program wdrażania zaawansowanych rozwiązań mających na celu optymalizację transportu komponentów sypkich w cyklu produkcyjnym.

Wybrany rozwiązaniem była technologia czyszczenia falą uderzeniową EKOZUB, która zyskała uznanie w wielu europejskich przedsiębiorstwach. Generatory GFU-24/8, opracowane przez polską firmę EKOZUB Sp. z o.o., wykazują wysoką skuteczność w eliminowaniu zawiesznień materiałów w bunkrach i silosach. PRAO VEGA PLUS jest oficjalnym i wyłącznym przedstawicielem EKOZUB w Kazachstanie, Ukrainie i Gruzji, co potwierdza stosowny certyfikat.

2. Цель испытаний

Cel testowania

Целью опытно-промышленных испытаний являлась комплексная оценка работоспособности системы ударных волн ЕКОZUB в условиях агломерационного цеха АксЗФ:

- проверка способности оборудования устранять зависания и смерзание коксовой мелочи;
- определение устойчивости работы системы при низких температурах;
- анализ влияния на равномерность подачи шихты;
- формирование рекомендаций по масштабированию внедрения технологии.

Celem pilotażowych badań przemysłowych była kompleksowa ocena pracy systemu fal uderzeniowych EKOZUB w warunkach spiekalni AKZF:

- *sprawdzenie zdolności generatorów do eliminowania zamarzania i przywierania brył koksowych;*
- *określenie stabilności systemu generatorów w niskich temperaturach;*
- *analiza wpływu na jednorodność podawania partii materiałów;*
- *opracowanie rekomendacji dotyczących skalowania wdrażania technologii.*

3. Описание технологии

Opis technologii

Работа генератора ЕКОZUB GFU-24/8 основана на кратковременном высвобождении сжатого воздуха под давлением, что создаёт направленный импульс в форме ударной волны. Эта волна распространяется вдоль стенки бункера, разрушая налипшие и смерзшиеся участки материала.

Принцип работы:

- заряд воздуха накапливается в генераторе до давления 8-9,5 бар;
- по таймеру поступает управляющий сигнал на электромагнитный клапан;
- клапан открывается, и импульс выходит через сопло, формируя мощную волну;
- волна действует на стенки и срывает зависшие участки.

Działanie generatora EKOZUB GFU-24/8 opiera się na krótkotrwałym uwalnianiu energii sprężonego powietrza pod ciśnieniem, co powoduje powstanie ukierunkowanego impulsu w postaci fali uderzeniowej. Fala ta rozprzestrzenia się wzdłuż ściany bunkra, niszcząc zakleszczony i zamarznięty materiał Estki.

Zasada działania:

- *sprężone powietrze gromadzi się w generatorze do ciśnienia 8-9,5 bar;*
- *przełącznik czasowy wysyła sygnał sterujący do zaworu elektromagnetycznego;*
- *zawór otwiera się, a impuls wydostaje się przez dyszę, tworząc silną falę uderzeniową;*
- *fala uderzeniowa oddziałuje na ściany bunkra i zrywa nawisy.*

Расширенные преимущества технологии:

- Высокая эффективность: устранение зависаний даже в тяжёлых условиях — при высокой влажности, пыли и отрицательных температурах;
- Компактность и автономность: генераторы не требуют громоздких площадок и работают автономно от шкафа управления;
- Энергоэффективность: минимальное потребление воздуха;
- Безопасность персонала: работа в воздушной среде, без риска разрушения обмуровки и без применения вибраций;
- Гибкость установки: возможность расположения генератора на расстоянии до 10 м от сопла без потери мощности;
- Надёжность: срок службы без замены до 10 лет, благодаря отсутствию подвижных деталей;
- Простота обслуживания: не требуется частый технический осмотр или настройка — достаточно проверять подачу воздуха.

Система интегрируется в существующие АСУ и может управляться дистанционно. Это делает ЕКОЗУБ идеальным решением как для модернизации, так и для внедрения на новых объектах.'

Zaawansowane zalety technologii

- *Wysoka skuteczność: eliminuje zamarzanie nawet w trudnych warunkach przy dużej wilgotności, zapyleniu i ujemnych temperaturach,*
- *Kompaktowość i autonomia: generatory nie wymagają dużych platform i działają niezależnie od szafy sterowniczej;*
- *Efektywność energetyczna: minimalne zużycie powietrza,*
- *Bezpieczeństwo personelu: praca w środowisku przewiewnym, bez ryzyka zniszczenia wykładziny i bez stosowania wibracji;*
- *Elastyczność instalacji: generator można umieścić w odległości do 10 m od dyszy bez utraty mocy;*
- *Niezawodność: żywotność bez wymiany do 10 lat, dzięki braku części ruchomych;*
- *Łatwa konserwacja: nie wymaga częstej konserwacji ani regulacji, wystarczy sprawdzić dopływ powietrza.*

System integruje się z istniejącymi zautomatyzowanymi systemami sterowania i może być sterowany zdalnie. Dzięki temu ЕКОЗУБ jest idealnym rozwiązaniem zarówno do modernizacji, jak i wdrażania w nowych obiektach.

4. Проведение испытаний

Przeprowadzenie testów

Испытания проводились в январе 2025 года на одном из наиболее сложных участков аглоцеха — бункере подачи коксовой мелочи №7. Этот материал характеризуется высокой способностью к смерзанию, особенно при пониженной температуре и влажности. Именно здесь чаще всего происходили остановки оборудования, требовавшие вмешательства обслуживающего персонала.

Согласно техническому проекту, в конструкцию были встроены два генератора GFU-24/8, каждый из которых подключался к соплам, врезанным на разных уровнях по высоте (600, 1400, 2200 и 3000 мм). Сопла были ориентированы под углом 90° друг к другу, чтобы охватить максимальную *жот,гръ* внутренней поверхности бункера.

Технические параметры установки:

- давление воздуха: 8 бар;
- источник воздуха: автономный компрессор с осушителем;
- частота срабатывания: 1 выстрел каждые 10 минут;
- управление: таймер PCU-520 в шкафу управления;
- условия: отрицательные температуры, неотапливаемое помещение.

Подача воздуха производилась по магистрали из труб $\Phi 133$ мм с минимальными потерями давления. Конструкция трубопровода предусматривала использование тройников и поворотных соединений, обеспечивая гибкость монтажа.

Badania przeprowadzono w styczniu 2025 r. na jednym z najtrudniejszych odcinków spiekalni – bunkrze zasypowym koksiku nr 7. Materiał ten charakteryzuje się dużą zdolnością do zamarzania, szczególnie w niskich temperaturach i przy dużej wilgotności powietrza. To właśnie tutaj najczęściej dochodziło do przestojów sprzętu, wymagających interwencji personelu konserwacyjnego.

Zgodnie z projektem technicznym w konstrukcję bunkra wbudowano dwa generatory GFU-24/8, z których każdy był podłączony do dysz wyciętych na różnej wysokości (600, 1400, 2200 i 3000 mm). Dysze były zorientowane pod kątem 90° względem siebie, aby pokryć maksymalną powierzchnię wewnętrznej bunkra.

Parametry techniczne instalacji:

- *ciśnienie powietrza: 8 bar;*
- *źródło powietrza: autonomiczny kompresor z osuszaczem;*
- *częstotliwość strzelania: 1 strzał co 10 minut;*
- *sterowanie: sterownik czasowy PCU-520 w szafie sterowniczej;*
- *warunki: temperatura poniżej zera, pomieszczenie nieogrzewane.*

Fala uderzeniowa była dostarczana za pomocą rur $\Phi 33$ mm z minimalnymi stratami ciśnienia. Projekt rurociągu przewidywał użycie trójników i złączy kołnierзовых, zapewniając elastyczność instalacji.

5. Результаты испытаний

Wyniki badań

В ходе эксплуатации оборудования в рамках ОПИ были зафиксированы следующие положительные изменения:

- Систематическое устранение зависаний коксовой мелочи;
- Существенное снижение количества внеплановых остановок подачи шихты;
- Повышение равномерности потока материала на транспортную ленту;
- Отсутствие необходимости механического вмешательства в течение всего срока наблюдений;
- Устойчивость к морозу и запылённой среде;
- Высокая оценка со стороны технического и эксплуатационного персонала цеха.

W trakcie eksploatacji instalacji generatorów fal uderzeniowych w ramach badań pilotażowych odnotowano następujące pozytywne zmiany:

- *Systematyczna eliminacja zanieczyszczeń pochodzących z koksu;*
- *Znaczne zmniejszenie liczby nieplanowanych przestojów w podawaniu wsadowym;*
- *Zwiększenie równomierności przepływu materiału na taśmie przenośnika;*
- *Brak konieczności interwencji mechanicznej przez cały okres obserwacji;*
- *Odporność na mróz i zapylenie;*
- *Został wysoko oceniony przez personel techniczny i operacyjny warsztatu.*

6. Выводы и рекомендации

Wnioski i zalecenia

1. Система генераторов ударных волн ЕКОЗУВ показала высокую эффективность в условиях аглоцеха Акс3Ф;
2. Выбор наиболее проблемного по условиям эксплуатации бункера позволил объективно оценить все преимущества технологии и выявить слабые, требующие адаптации моменты (скорректировать точки врезки воздухопроводов, увеличить мощность компрессора);
3. Уитывая полученные результаты, рекомендуется масштабировать внедрение системы на все бункера подачи сыпучих материалов аглоцеха и других участков производства;
4. Для новых установок предусмотреть централизованную систему управления генераторов и компрессора;
5. Предлагается реализовать комплексный проект внедрения системы FYB для одного блока дозировки рудотермической печи (РТП), включающий:
 - выполнение проектных работ (интеграция в существующую инфраструктуру);
 - подбор и поставку необходимого оборудования, включая компрессорную установку;
 - монтаж воздухопроводов, генераторов и шкафов управления;
 - пусконаладочные работы и обучение обслуживающего персонала.

1. System generatora fal uderzeniowych EKOZUB wykazał wysoką skuteczność w warunkach spiekalni AksZF;
2. Wybór bunkra najbardziej problematycznego pod względem warunków eksploatacji pozwolił na obiektywną ocenę wszystkich zalet technologii oraz identyfikację słabych punktów wymagających dostosowania (dostosowanie punktów wlotu kanałów powietrznych, zwiększenie mocy sprężarki);
3. Biorąc pod uwagę uzyskane wyniki, rekomenduje się rozszerzenie wdrożenia systemu na wszystkie zasobniki materiału masowego w spiekalni i innych obszarach produkcyjnych;
4. W przypadku nowych instalacji należy zapewnić scentralizowany system sterowania generatorami i sprężarkami;
5. Proponuje się realizację kompleksowego projektu wdrożenia systemu GFU dla jednej jednostki dozującej pieca rudowo-termicznego (RTF) obejmującego:
 - realizacja prac projektowych (integracja z istniejącą infrastrukturą);
 - dobór i dostawa niezbędnego sprzętu, w tym agregatu sprężarkowego;
 - montaż kanałów powietrznych, generatorów i szaf sterowniczych;
 - uruchomienie i szkolenie personelu serwisowego.

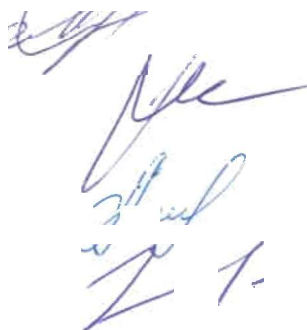
СОГЛАСОВАНО:

Начальник СпВТ

Главный металлург

Менеджер по технологии

Начальник АЦ



М.Л. Касенюк

Ы.С. Янден

А. И. Шутов

Д.В. ПОЛЯКОВ