

Научно-производственное объединение 22.

Применение опалубки Proster®21 в стесненных условиях горных выработок.

О компании:

ООО НПО 22 создано совместно с магнитогорским холдингом «Ультра» в 2015 году для внедрения и развития в России новых строительных технологий. Одной из них является технология стальной несъемной опалубки Proster®21. За 5 года технология прошла испытания в ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко, включена в перечень инновационных технологий г. Москвы, выпущен Стандарт организации, опалубка успешно применена на многих объектах промышленного и гражданского строительства.

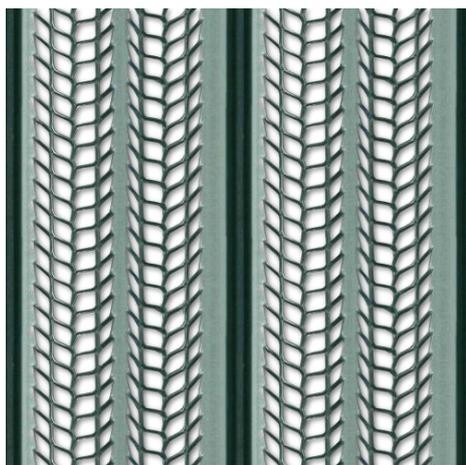
О спикере:



Носков Игорь Владимирович. Закончил инженерно-строительный факультет Вятского Государственного Технического Университета. Стаж в строительной отрасли более 20 лет, от каменщика до директора. Работал на строительстве ряда крупных объектов Крайнего Севера – Песцовое нефтегазоконденсатное месторождение, трассы технологических водоводов; фундаменты 3-й очереди Пуртазовской компрессорной станции. Городские объекты г. Новый Уренгой, в сложных геологических условиях торфяных многолетнемерзлых грунтов. После переезда в Москву: реконструкция Государственного академического Малого театра, монолитные конструкции нового здания Третьяковской галереи на Кадашевской набережной. С 2015 года возглавляю Научно-производственное объединение 22, обобщая практический опыт строительства с научной и организационной составляющей.

О технологии:

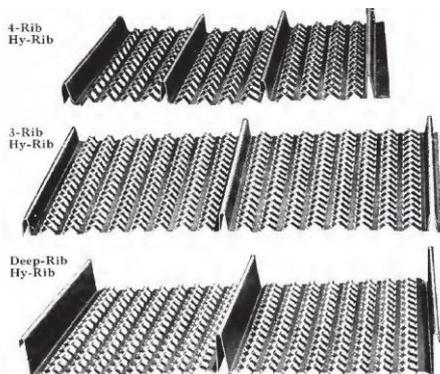
Стальная несъемная опалубка Proster®21:



Опалубка представляет собой ячеистую панель с ребрами жесткости, работающую по тому же принципу, что и отсечки рабочих швов монолитных железобетонных конструкций. Формообразование происходит путем прокатки стального оцинкованного листа с просечкой и вытяжением ячеистых участков. Масса одного квадратного метра всего 3,5 кг, эта цифра нам еще пригодится ниже. Особенностью технологии является то, что ребро жесткости принимает на себя нагрузку от давления бетонной смеси и позволяет сохранять геометрию конструкции, а ячеистые участки, за

счет частичного выхода цементного молока обеспечивают адгезию и совместную работу с бетоном конструкции, после завершения процессов схватывания.

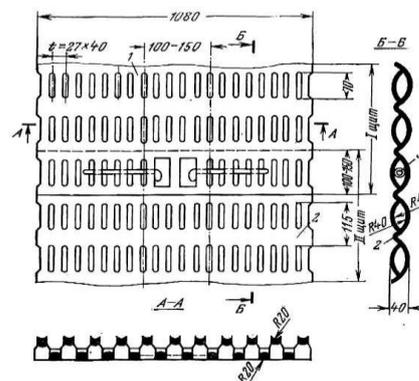
Об истории вопроса:



Первые образцы опалубки данного типа появились в США в 1909 году под маркой Hy-Rib, производства компании TRUSCON применялись в жилищном и промышленном строительстве, однако в качестве технологии образования ячеек была принята перфорация, что негативно влияло на материалоёмкость. Во время Великой депрессии производитель был выкуплен конкурентами, производство закрыто и вновь возродилось с подачи компании Alabama Metals только в конце 80-х годов XX века под маркой StayForm. Тогда же, для экономии металла при формировании ячеек опалубки, стала

применяться просечно-вытяжная технология. На сегодня технология широко применяется в Америке, Европе и Азии, лидером по применению является Саудовская Аравия, где с использованием аналогов нашей опалубки строятся военные (в т.ч. подземные) и энергетические объекты.

Что касается применения в горном деле, то по такому же принципу работает крепь Бернольда из листовой несущей арматуры, распространенная в Европе с 60-х годов XX века, известная российским горнякам еще по учебнику «Крепление подземных сооружений» 1979 года под редакцией Ю. З. Заславского и В. М. Мосткова.



Опалубка под брендом Proster® - на 100% локализованный российский продукт, соответствующий законодательству в области импортозамещения.

О проблематике:

Горное дело характеризуется рядом проблем нетипичных для других видов строительства. Из основных можно выделить:

- сложную логистику – ископаемые залегают там, где залегают, а не там, где нам бы этого хотелось;
- стесненные условия производства – затрудненную подачу материалов к месту проведения работ и ограниченное пространство для монтажа конструкций крепи;
- повышенные риски для жизни и здоровья рабочих – угрозы завалов, взрывов и удушья от газа и продуктов горения;

Соответственно и к конструкциям, возводимым под землей требования предъявляются повышенные. Так крепь подземных выработок должна обладать формой, гарантирующей восприятие нагрузки с любой стороны, оптимально – кольцевой, обладать достаточной прочностью для этой нагрузки, но в то же время быть податливой, во избежание полного одномоментного разрушения.

Отдельной нитью во всей нашей подземной истории проходит обеспечение достаточной плотности бетона в конструкциях, достигаемое вибрированием, прессованием, либо применением самоуплотняющихся (литых) бетонных смесей.

Одним из основных элементов при возведении монолитной железобетонной крепи (равно как и обделки тоннелей) является опалубка и требования к ней вытекают из общих проблем горного строительства. Она должна быть компактной и легкой для работы в стволах и штреках, но при этом прочной и жесткой, состоять из мелких элементов для формообразования, но закрывать большие площади, не гореть и не поддерживать горение.

Для выполнения этих, нередко взаимоисключающих, требований я и предлагаю рассмотреть наш продукт – стальную несъемную опалубку Proster®21.

Первым вызовом является непростая логистика. С помощью Proster®21 этот вопрос решается достаточно просто - автомобиль типа Газель, грузоподъемностью 1,500 т способен доставить к месту строительства до 450 м² нашей опалубки (объем груза 2,25 м³, масса 1,53 т), тогда как для транспортировки аналогичного количества инвентарной щитовой опалубки (объем груза 67,5 м³, масса 22,5 т) потребуется как минимум два рейса автомобиля-длинномера 12 м грузоподъемностью 20 тонн (на ввоз и вывоз щитов). Затраты на транспорт при этом снижаются до 30 раз. Особенно актуальна технология при строительстве в горных районах и районах Крайнего Севера. Один из клиентов поделился информацией, что экономия при транспортировке по СевМорПути 1000 м² опалубки Proster®21 составила семизначное число в рублях, в сравнении с тем же объемом инвентарной опалубки;

Второй пункт - это малые габариты опалубки, которые позволяют работать в стесненных условиях, не загромождая путей транспорта и эвакуации. В сравнении даже с самой компактной доской толщиной 25 мм опалубка Proster®21 занимает в 5 раз меньше места. Так, упаковка опалубки Proster®21 3*0,6*1 м вмещает в свой объем 360 м², тогда как доски толщиной 25 мм в том же объеме поместится только лишь 72 м².

Масса листа опалубки Proster®21 3*0,6 м составляет всего 6,3 кг (3,5 кг/м²) и дает возможность переносить и монтировать его вручную в пределах рабочей захватки.

Из описания в начале было видно, что опалубка имеет ячеистую поверхность. Такая структура пропускает через себя воздух и избыточную воду затворения, позволяя сократить трудозатраты на уплотнение бетонной смеси конструкции и визуально контролировать процесс укладки. Вместе с этим крупный заполнитель в ходе бетонирования практически сразу затыкает собой ячейки и не дает выхода массе цементного связующего. Жесткость при этом обеспечена ребром опалубки.

Для образования кольцевой или сводчатой формы крепи сегодня используются либо индивидуальные щитовые решения, либо старая добрая доска. Первое – дорого, второе – нетехнологично. Proster®21, жесткая в поперечном направлении, прекрасно гнется в продольном и может повторять изгибы кружальных балок любой кривизны.

И последним преимуществом, о котором хотелось бы сказать в этой части является материал из которого изготовлена наша опалубка – это металл. А это значит, что в условиях аварийного возгорания в зоне работ он не загорится сам и не будет поддерживать горения других материалов. Насколько это важно показала всем авария при реконструкции на одной из калийных шахт Соликамска, унесшая жизни девятерых человек. При разборе причин было много версий, но даже сам подрядчик признавал, что основной была возможность возгорания дощатых щитов опалубки, складированных в зоне производства огневых работ.

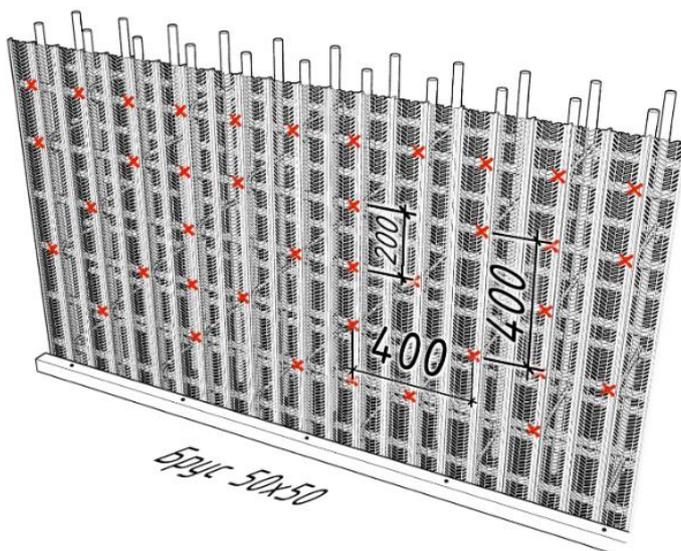
О монтаже:



В общем случае стальная несъемная опалубка Proster®21 крепится к готовому арматурному каркасу конструкции обычной вязальной проволокой, аналогично вязке арматурных стержней между собой. Точки крепления располагаются с шагом 400 мм по ребру, с разбежкой 200 мм между соседними ребрами. Стыки панелей и верхний ряд точек крепления провязывают с шагом 200 мм. В продольном направлении панели опалубки стыкуются друг с другом ребро в ребро. В поперечном необходимо обеспечить нахлест 100 мм. Низ опалубки раскрепляется деревянным брусом 50x50 мм.

Для обеспечения геометрии конструкции поперек ребер опалубки с шагом 600 мм устанавливают бандажи из арматуры (допускается применение стеклопластиковой). В случае, если защитный слой превышает 20 мм, применяют фиксаторы защитного слоя типа «Звездочка», «Стульчик» и т.п. В случае с возведением крепи подземных сооружений

ситуация даже несколько упрощается – достаточно закрепить опалубку на кружальных балках.



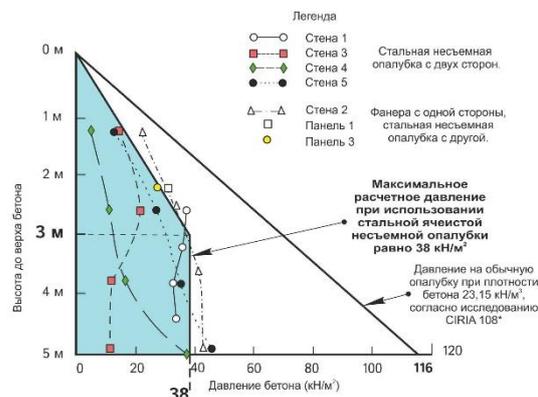
Понятен скепсис многих опытных строителей, впервые сталкивающихся с технологией Proster®21. Вопросы возникающие сходу:

- Не вытекает ли бетон через ячейки?
- Очень сомневаюсь, что это выдержит давление бетона...
- А как на это посмотрит экспертиза?
- Как опалубка ведет себя на горизонтальных конструкциях?
- Итоговая поверхность будет неровной!

Отвечу по порядку.

- Потери бетона не превышают нормативных 1,5-2%, что подтверждается тремя годами применения в конструкциях всех типов на объектах различного назначения.

- Давление бетона на опалубку Proster®21 на высоте бетонирования 3 м в три раза ниже, чем на сплошную палубу (см. график испытаний зарубежных аналогов CIRIA 108), а выше трех метров рост давления прекращается. Это позволяет сократить количество подпорных элементов при монтаже.



- Опалубка прошла испытания в ЦНИИСК им. Кучеренко и показала отличные результаты по приросту прочности и трещиностойкости конструкций с ее применением. перекрытия с использованием Proster®21 получаются на 20-30% прочнее контрольных образцов, причем момент образования первой трещины под нагрузкой вырос в 1,85 раза, монолитные железобетонные колонны показали рост прочности на 17-20%, прочность монолитных простенков выросла на 20-28%. Увеличение прочности конструкций дает возможность включать опалубку в расчет в качестве дополнительного армирования, снижая сечения основного. В 2020 году выпущен стандарт организации Применение несъемной стальной опалубки Proster®21 в железобетонных конструкциях. Общие технические требования. Проектирование и производство работ, который содержит в том числе рекомендации по расчету для конструкторов. Контакты с отраслевыми научно-исследовательскими институтами, такими как ЦНИИК, НИИЖБ, МГСУ позволяют оказывать поддержку решений с применением опалубки Proster®21 в экспертизе всех уровней.
- При монтаже горизонтальных конструкций опалубка так же показала себя с лучшей стороны. На сегодня возводились перекрытия двух типов – плоские и криволинейные типа «Своды Монье» при реконструкции подвальной части Литературного института в Москве. Потерь бетона через ячейки не произошло, а удобство и технологичность была отмечена всеми участниками процесса – от рабочих до руководителя проекта.
- Качество поверхности бетона с опалубкой Proster®21 соответствует классу А6-А7 (согласно приложению Ц, СП 70.13330.2012) и требует дополнительного выравнивания там, где это оговорено проектом. Для поверхностей, требующих штукатурки или облицовки данный недостаток оборачивается преимуществом, т. к. поверхность получается высокоадгезионной и заранее густо армированной металлической сеткой. Кроме того, такая поверхность будет хорошим основанием для набрызг-бетона (торкрет-бетона).



В дополнение к сказанному можно добавить выгоды организационно-технологические, такие как:

- Экономия трудозатрат основных рабочих на 44% в сравнении с инвентарной щитовой опалубкой;
- Экономия на складировании, ремонте и доукомплектовании;
- Оперативное изготовление панелей необходимой длины под конструкции заказчика, на сегодня есть положительный опыт одновременного бетонирования конструкций резервуара высотой 4,2 м, без потери геометрии.

На текущий момент одними из главных сомнений проектных и подрядных организаций является новизна технологии и отсутствие обученного персонала. Однако уже появляются первые ласточки в горном деле. Так, пробную партию приобрело Шахтостроительное управление Березники, входящее в состав ФГУП Управление строительства №30. Что же касается обучения персонала, то специалисты, работавшие с традиционными видами опалубки, осваивают Proster®21 со всеми тонкостями за 5-6 дней, а потом начинают выдавать рационализаторские предложения, которые нами мониторятся и оперативно отражаются в инструкциях.

Таким образом внедрение технологии стальной несъемной опалубки Proster®21 позволяет получить значительные преимущества по срокам возведения и прочности конструкций без радикальной перестройки существующих технологических цепочек.

Научно-производственное объединение 22 приглашает к сотрудничеству проектные, подрядные и девелоперские организации!

Контакты:

Носков Игорь Владимирович

Офис: +7(495)409-36-34

Мобильный/WhatsApp/Telegram: +7 905 762 8394

Email: noskov@npo22.com

Сайт: <https://proster21.ru/>