

УНИВЕРСАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ



Кандидат экономических наук В.М. КОНОВАЛОВ,
генеральный директор МАШМИР-ИнноЦентра (Москва),
кандидат технических наук В.Е. ЗУБКИН,
руководитель проекта «Русские качели»,
Н. Е. КОРОЛЕВ, главный инженер того же проекта

В последние годы многие ученые, создавая новые технологии для производства изделий из порошкообразных материалов, большое внимание уделяют изучению самоорганизации веществ, т.е. возникновению из хаоса упорядоченных структур. Главная особенность таких процессов: они неравновесны и протекают в открытых системах, отличающихся от закрытых тем, что извне можно подводить не только энергию, но и вещество. Последнее затем возвращается в сферу использования уже с упорядоченной структурой.

Берег. Заплеск (полоса суши, уплотненной нагонной волной).

Признаки процессов самоорганизации ищут сегодня в живой и неживой природе. Появилась даже теория, названная немецким физиком Г. Хакеном «синергетикой», что в переводе означает «действие», «сотрудничество». Число ее сторонников неуклонно растет, так как она не только объясняет некоторые природные явления, но и позволяет внедрять новые методы обработки сыпучих сред, более эффективные по сравнению с привычными. Одним из них является универсальная технология «Русские качели».

ЗАГАДКИ ПРИРОДЫ

Под сыпучими средами подразумевают все смеси твердых частиц (порошков) с воздухом и влагой. При свободном падении на жесткую горизонтальную поверхность они образуют кучу-конус с углом естественного откоса в пределах 25–50°. К таким смесям относятся грунт, щебень, песок, опилки, угольная и рудная мелочь, бетонные, асфальтобетонные, керамические, огнеупорные, металлические порошки и материалы и пр.

У специалистов утвердилось мнение: почти каждое из перечисленных веществ имеет свою, присущую только ему технологию обработки. Но принципиально важно одно: из какого бы материала ни состояло вещество, обработку его ведут по следующей схеме — дозирование, засыпка в форму или на рабочую площадку рыхлого порошка, сдавливание (сжатие). В результате получают панели, плиты, блоки, трубы, брикеты, автомобильные дороги и т. д. Отметим: для традиционной технологии определяющим является вышеприведенная последовательность действий, а главной целью — получение точной формы и желаемой плотности по всей высоте и объему изделия.

И еще. Сыпучие смеси человек обрабатывает сотни лет. Начав с самых примитивных инструментов, он, усложняя конструкции оборудования и машин, сохранил неизменной последовательность выполнения этого процесса. В результате и сегодня 90% энергии расходуется впустую: на трение между частицами, трение материала о стенки формы, на сжатие заземленного воздуха, на приведение в действие устройств дозирования и

приборов управления, а также на изготовление тяжелых и прочных форм, по объему значительно больших, чем изделия.

Словом, стало очевидным: общепринятые методы обработки сыпучих средств достигли своего предела. Любые усовершенствования традиционной техники приводят лишь к удорожанию производства, а эффект от них незначительный. Изменить положение можно, если отойти от сложившихся стереотипов. Для этого интересно приглядеться к тому, как поступает природа.

Она же все решает одним действием, в котором совмещены дозирование, подача и уплотнение. Так, лишь усилием нагонной волны у края воды на песчаном пляже образуется плотная дорожка, именуемая «заплеском». По ней можно ходить и даже ездить на велосипеде. Или вот другое: каким-то загадочным образом из осадочных пород в верхних слоях Земли без больших давлений создаются довольно плотные структуры. Такие процессы геологи называют диагенезом или катагенезом, но от этого ничего не меняется: суть явления пока не раскрыта.

Где же искать ответы на казалось бы простые и в то же время сложные вопросы?

ЭФФЕКТ «ТЕКУЧЕГО КЛИНА»

Тридцать лет назад один из авторов данной статьи Н. Е. Королев сделал любопытные наблюдения. Его удивил неизменно повторяющийся факт: при начале вдавливания жесткого штампа в любую сыпучую среду ее частицы двигаются не хаотично, не разбегаются куда попало во все стороны от надвигающегося штампа, как сделали бы разумные существа, а, наоборот, каким-то образом сдвигаются, сгуживаются, концентрируются в этой поверхности, подобно пчелиному рою образуя ядро конусной, клиновидной формы. Причем сгуживаются они тем плотнее, чем большее сопротивление оказывает сыпучая среда. Появление этого ядра — яркий пример закрытой равновесной системы, т. е. циклического технологического процесса рождения плотной структуры.

Для создания своеобразного диагенеза (как это делает природа) необходимо поддерживать стационар-

ность процесса воспроизводства уплотненного ядра, подкачивая извне энергию и вещество, а также выводя упорядоченные структуры в окружающую среду. Авторы этой статьи попробовали получить такое ядро не путем впрессовывания штампа в порошковую массу, а, наоборот, методом вдавливания постоянно поступающего извне порошка в такой же порошок, находящийся перед штампом, качающимся над ним вверх-вниз в фиксированных пределах. Попытка оказалась плодотворной.

Одновременно в открытой системе возникло стационарное неравновесное состояние, именуемое в синергетике «текучим равновесием», характеризуемое плотной однородной структурой. Полученный эффект был назван «текучим клином». В дальнейших исследованиях и практических экспериментах обнаружилось, что он легко воспроизводится непосредственно в формах и без форм в любом заданном месте. С его помощью из различных порошкообразных сыпучих материалов можно «выращивать» плиты, листы, трубы и т. п. в горизонтальном, наклонном и вертикальном положениях.

Вместе с тем у этого эффекта есть одна важная особенность: «текучий клин» образуется только тогда, когда уплотняемая среда открыта хотя бы с одной стороны. Если же она закрыта отовсюду, то ничего не получится, как бы мы ни старались и какие бы затраты энергии ни несли.

Если сравнить предлагаемую нами новую технологию обработки сыпучих сред с традиционной, то преимущества первой очевидны. Прежде всего она приводит к снижению энергетических затрат и металлоемкости. Кроме того, исключаются разнообразные приспособления для дозирования нагнетаемой сыпучей среды, уменьшается количество приборов контроля, причем без потери качества изделий. Более того, оно значительно повышается.

Разумеется, внедрение новой технологии потребовало разработки разнообразных машин и оборудования, где эта технология применима. В них она воспроизводится оригинальными рабочими органами, из-за сходства движения названными «Русские качели».

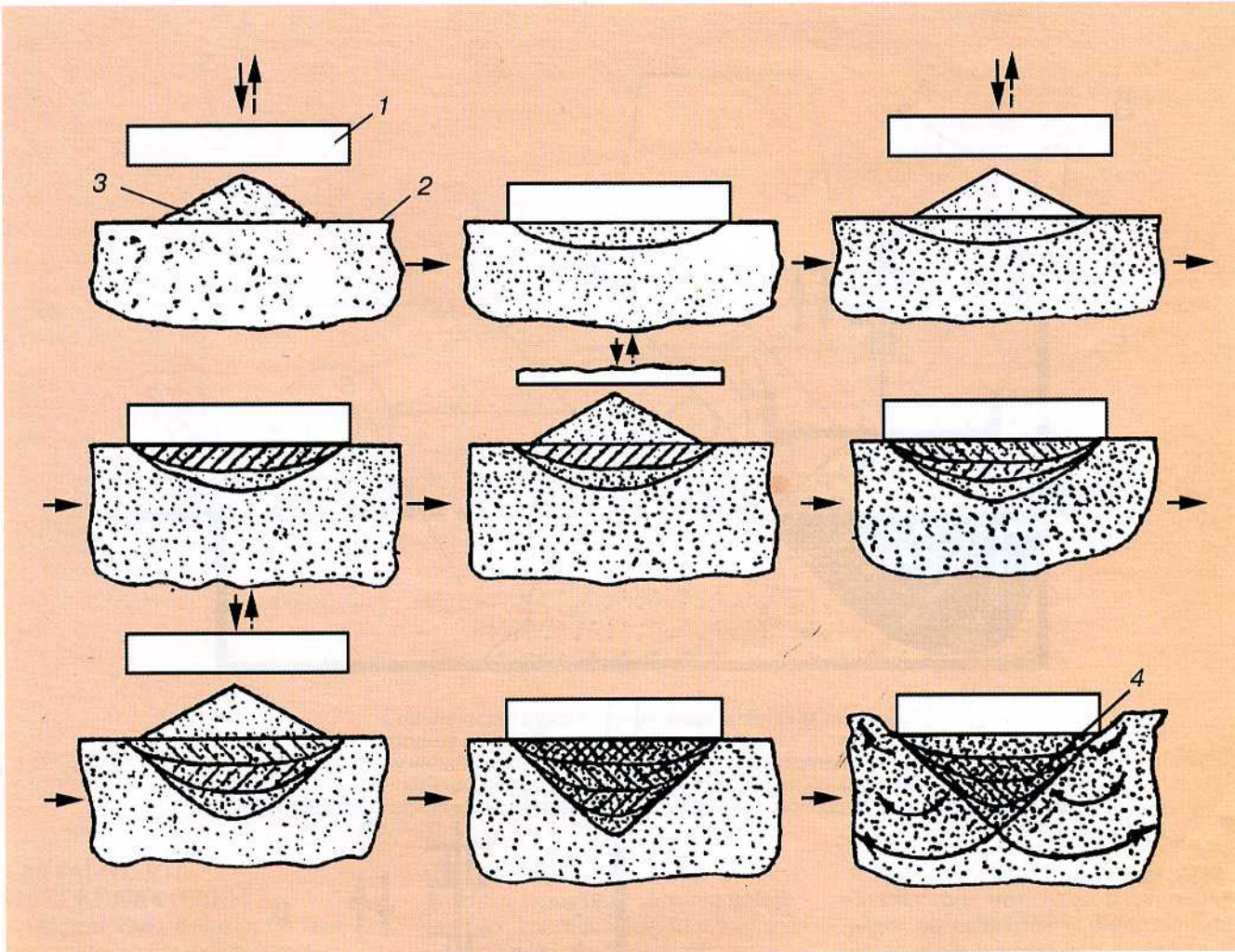
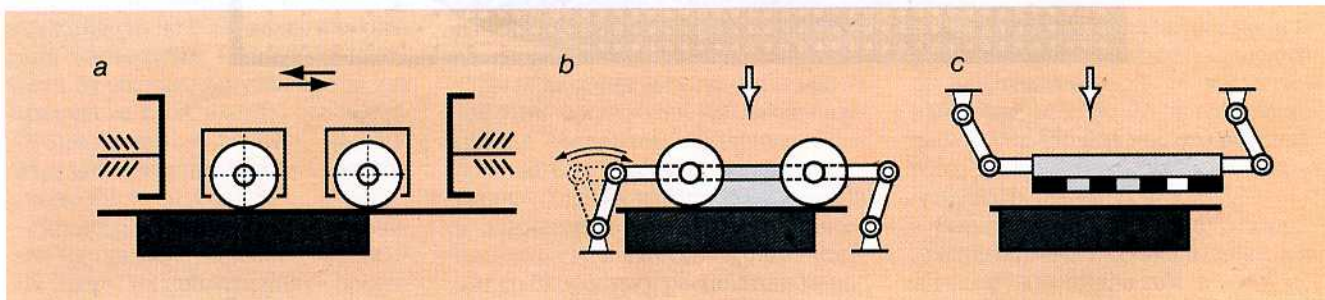
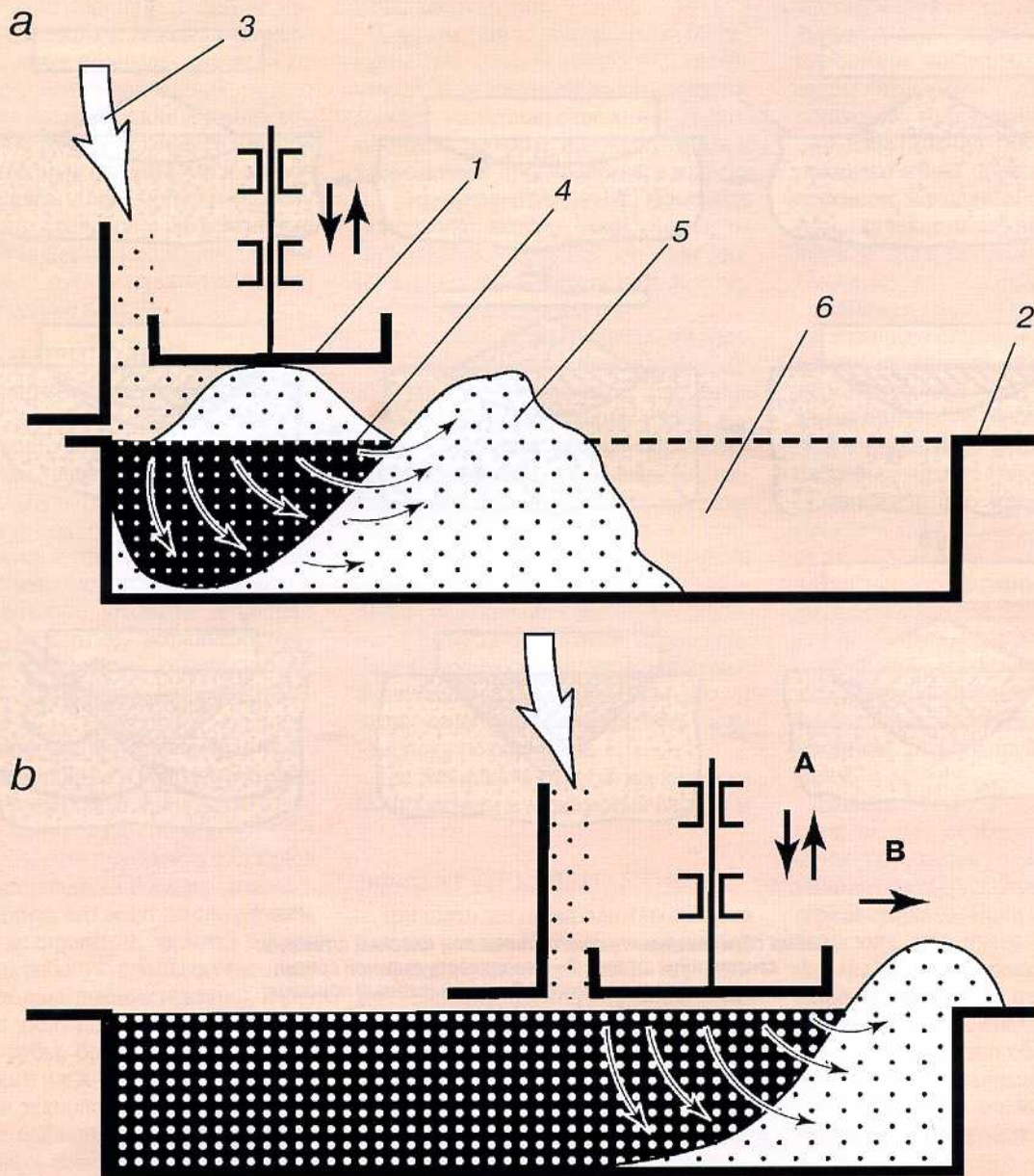


Схема образования «текучего клина» под плоским штампом:
 1 – качающийся штамп; 2 – поверхность сыпучей среды,
 на которую подается порошок; 3 – подсыпaeмый порошок;
 4 – «текучий клин».

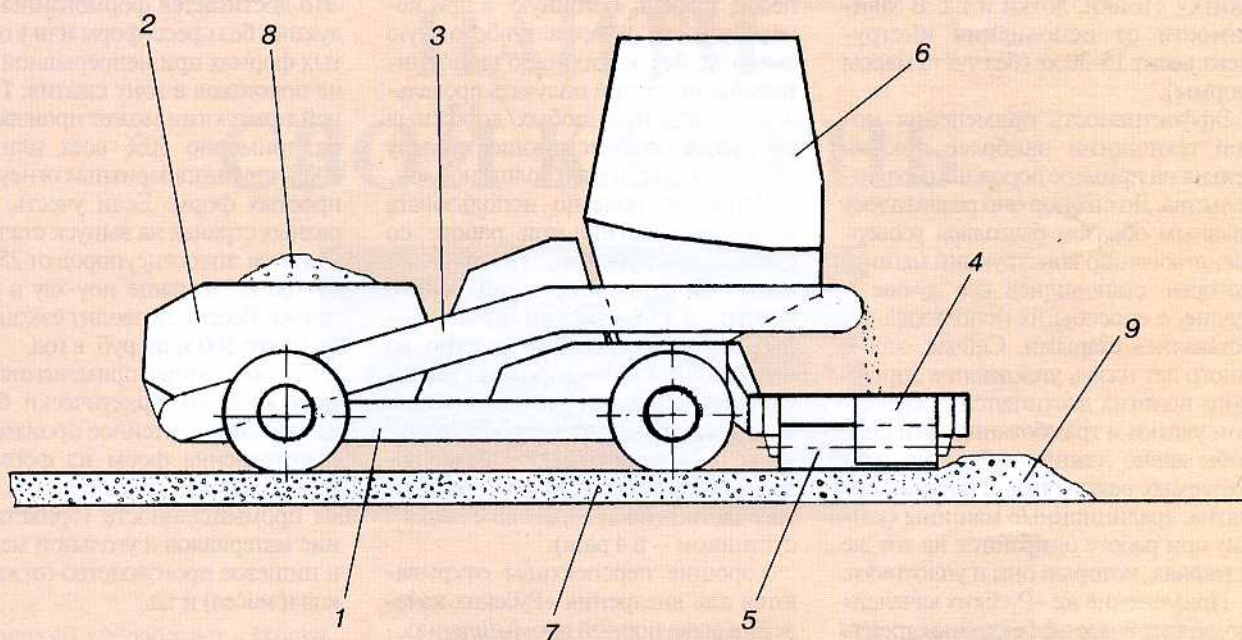


Рабочий орган «Русских качелей»:
 а – с роликовым штампом, перемещающимся вправо-влево;
 б – с роликовым штампом,
 перемещающимся вверх-вниз и вправо-влево;
 с – с решетчатым штампом,
 перемещающимся вверх-вниз и вправо-влево.



«Русские качели» в действии:

- a – начало формования; b – середина процесса;
 1 – рабочий орган; 2 – форма; 3 – подача формируемой сыпучей среды;
 4 – уплотненное ядро или клин; 5 – выдавливание массы из-под рабочего органа;
 6 – незаполненная часть формы; стрелками А указано направление качания рабочего органа, стрелкой В – направление перемещения рабочего органа относительно формы.



Строительство дороги с применением «Русских качелей»:

- 1 – самоходное шасси; 2 – емкость; 3 – транспортер подачи материала;
 4 – механизм нагнетания; 5 – стабилизирующее и выравнивающее устройство;
 6 – кабина оператора; 7 – укладываемый уплотненный слой;
 8 – дорожно-строительный материал; 9 – вытесняемая из-под нагнетателя масса.

**КАК РАБОТАЮТ
«РУССКИЕ КАЧЕЛИ»?**

Эффект «текущего клина» был нами многократно воспроизведен на суглинках, маловлажных бетонных, грунтовых смесях, стеклокерамических и керамических массах, формовочных составах для литейного производства, угольной пыли, металлических порошках (алюминий, железо, кобальт, медь и др.). Механизм образования плотных упорядоченных структур во всех вариантах оказался одинаковым. Однако в зависимости от состава сыпучей среды для перехода ее в состояние, соответствующее «текущему клину», необходимы нагнетающие агрегаты разной мощности.

Рассмотрим работу «Русских качелей» на примере наиболее отлаженной сферы их применения – производства изделий для нужд строителей. В качестве используемой массы здесь применяют традиционные материалы (бетонные смеси, грунт и т.д.) влажностью от 6 до 14%. Над краем открытой сверху горизонтальной формы рабочий орган переме-

щается вверх-вниз и вправо-влево вплоть до касания с верхней поверхностью изделия. При каждом ходе вверх под штамп поступает порция сыпучей среды по всей его ширине, а при ходе вниз порошок сжимается самим же подсыпaeмым материалом. В результате образуется уплотненное ядро или клин. Постоянная подача сырья приводит к тому, что клин начинает «течь». Об этом свидетельствует выдавливание массы из-под рабочего органа, что означает: материал предельно уплотнился.

До появления вытесненной массы рабочий орган остается неподвижным. А после этого он начинает перемещаться. Идет как бы «выращивание» изделия за счет образования и движения в заданном направлении «текущего клина». Это происходит со скоростью, равной или меньшей скорости выдавливания. Из практики известно: строительные материалы можно изготовлять в минуту 0,5-3 погонных метра.

Чтобы смесь не двигалась в обратном направлении от требуемого, за рабочим органом помещается пре-

дхранительная калибрующая ложка. За счет того, что воздух и излишняя влага вытесняются в окружающую среду через открытую сторону формы, изделия не расширяются, благодаря чему они не растрескиваются.

Кстати, уже на первых машинах, созданных на основе новой технологии, удалось выпустить продукцию как минимум вдвое прочнее, чем получали традиционными методами. Например, аэродромные плиты (размером 0,14×2×6 м) выдерживали, не разрушаясь, 500 циклов «замораживание-оттаивание», в то время как изготовленные по старинке трескались после 150 циклов; это результат того, что вода и воздух были выдавлены из формуемых изделий.

Внедрение в жизнь нашего ноу-хау предусматривает также создание мини-оборудования, в том числе и механизированного ручного инструмента для производства мелкой строительной продукции. Он выпускается в двух вариантах, каждый из которых позволяет изготавливать из маловлажных сыпучих грунтов простые и фасонные кирпичи, тротуар-

ную, газонную и облицовочную плитку, стойки, лотки и т.д. В зависимости от исполнения инструмент весит 15–30 кг (без учета массы формы).

Эффективность применения новой технологии наиболее показательна на примере дорожного строительства. До сих пор оно развивалось главным образом благодаря усовершенствованию конструкций машин, которые становились все лучше и лучше, а способы их использования оставались старыми. Сейчас, как и много лет назад, уплотнение дорожного полотна достигается посредством укатки и трамбования. Эти способы давно изжили себя и не дают желаемых результатов. Причина понятна: традиционные машины (катки) при работе опираются на тот же материал, который они и уплотняют.

Применение же «Русских качелей» позволяет более эффективно строить дороги разного уровня и категорий — от проселочных до автострад. Для этого в процессе поступательного движения «формирующей» (а на самом деле уплотняющей) машины на основание — земляное полотно — мож-

но последовательно нагнетать грунт, песок, щебень, бетонную, а при необходимости и асфальтобетонную смеси и без каких-либо дополнительных операций получать предельное уплотнение любых дорожных покрытий, соответствующее пределу их прочности по всей толщине слоя.

Особенно полезно использовать нашу технологию при работе со связными грунтами. По данным Санкт-Петербургского дорожного института 86% насыпей отечественных автотрасс состоит именно из них. Традиционная дорожная техника, закупленная за рубежом, в работе с такими грунтами малоэффективна: ее производительность резко падает с увеличением в земле глинистых частиц (по сравнению с легким суглинком — в 4 раза).

Хорошие перспективы открываются для внедрения «Русских качелей» в огнеупорной промышленности и порошковой металлургии. Прежде всего за счет возможности получения изделий больших размеров в компактном беспоровом состоянии с заранее заданной структурой, а также послойным (мно-

слойным) расположением зерен. Это достигается формованием продукции без пресс-форм или в открытых формах при непрерывной подаче порошков в зону сжатия. По новой технологии может производиться примерно 50% всех или даже 100% крупногабаритных огнеупоров простых форм. Если учесть, что в разных странах на выпуск стали расходуется этих огнеупоров от 25–30 до 65–100 кг, то наше ноу-хау в одной только России позволит сэкономить не менее 500 млн. руб. в год.

Словом, сфера применения «Русских качелей» практически безгранична. Это и литейное производство (изготовление форм из формовочных составов), и добывающие отрасли промышленности (брикетирование материалов и угольной мелочи), и пищевое производство (отжим соков и масел) и т.д.

*Иллюстрации
предоставлены авторами*