

МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ
ЕВРОПЕЙСКИХ СТАНДАРТОВ
В ОБЛАСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА**

(г. Минск, БНТУ — 27-28.05.2014)

УДК 621.311

**ПРИМЕНЕНИЕ ГРАНИТНОГО МИКРОЗАПОЛНИТЕЛЯ
В ПРОИЗВОДСТВЕ ЯЧЕЙСТЫХ БЕТОНОВ**

ОПЕКУНОВ В.В.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Введение

Объемы производства сборных изделий из газобетона на основе известково-цементного вяжущего (ИЦВ) и известково-песчаного вяжущего (ИПВ) в странах СНГ и ЕС достигли нескольких десятков миллионов кубометров.

Свое название ячеистые бетоны автоклавного твердения (ЯБАТ) на основе вяжущих систем (ВС) типа $\text{CaO}+\text{SiO}_2+\text{H}_2\text{O}$ получили от аппарата «автоклав» для осуществления синтеза гидросиликатов кальция (ГСК).

В странах СНГ в основном производят газобетон автоклавного твердения (ГАТ) – разновидность ЯБАТ (в ЕС - Autoclaved Aerated Concrete (AAC) – средней плотностью $\rho=400-500 \text{ кг/м}^3$. Сборные изделия из ЯБАТ в виде пенобетонов по ряду причин в СНГ практически не производят.

До принятия СТБ 1570 в Республике Беларусь (РБ) определения ячеистых бетонов не было, но было понимание того, что есть качественный бетон на ИЦВ с порами в виде ячеек, твердеющий по схеме синтеза долговечных ГСК. Для его микро(нано) структурооб-

разования необходимы высокие температура (Т) и влажность (W), которые проще всего создать в автоклаве (температура пара $T < 473 \text{ K}$). Так появился ГАТ с $\rho > 300 \text{ кг/м}^3$, твердеющий при повышенном давлении.

В СТБ 1570 регламентированы свойства ЯБАТ на основе гидратационно-синтетической вяжущей системы (ИЦВ+ИПВ) и ячеистых бетонов неавтоклавного твердения (ЯБНТ) на основе гидратационной (портландцементной) ВС. В ЯБАТ и ЯБНТ реализуются принципиально различные химические механизмы микро(нано)структурообразования (см. ТКП 5.03-137-2009 «Изделия из ячеистого бетона. Правила изготовления») [1].

В РБ разработан СТБ 1727-2007 «Песок для производства силикатных изделий. Технические условия». Область применения СТБ 1727-2007 «...распространяется на пески кварцевые, кварцево-полевошпатовые и полиминерального состава, образовавшиеся в результате естественного разложения горных пород или являющиеся продуктами их переработки, применяемые для изготовления изделий из силикатного бетона плотной и ячеистой структуры, силикатных камней и кирпича».

В п.4.4 СТБ 1727-2007 регламентировано: «допускается применение песка, не удовлетворяющего требованиям, изложенным в таблице 2 и таблице 3, если изготовленные с его применением изделия удовлетворяют требованиям стандартов на соответствующие виды изделий».

Ячеистые бетоны автоклавного твердения на основе гранитного микрозаполнителя

В Республике Беларусь из ГАТ производят в основном качественные неармированные стеновые блоки по СТБ 1117-98 с $\rho > 400 \text{ кг/м}^3$.

В работе [2] приведены примерные данные о свойствах ячеистых бетонов автоклавного и неавтоклавного твердения при $\rho = 500 \text{ кг/м}^3$ (микрозаполнитель (МЗ) – кварцевый песок, активированный помолом в шаровой мельнице).

В работе [3] показано, что, перспективным представляется технологическое направление по применению при изготовлении автоклавного ячеистого бетона МЗ композиционного состава в виде смесей кварцевого песка с алюмосиликатными горными породами.

Алюмосиликатные горные породы в РБ в качестве МЗ не используют (вязущую систему $\text{CaO}+\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{H}_2\text{O}$ в заводском производстве изделий из ячеистых бетонов не применяют).

В свое время в Украине «попутчики» при добыче перлитов – липариты по ТУ 21 УССР 433-87 «Сырье липаритовое для производства силикатных материалов» - рассматривались как сырьевые техногенные продукты (отвальные породы) для производства ГАТ.

Работы по использованию природных алюмосиликатов в виде липаритов выполнялись в середине 1980-х годов в Киевском НИИСМИ [2, 3].

Гранитоиды (диориты, кварцевые диориты, гранодиориты и прочие породы) Микашевичского карьера также содержат в своем составе алюмосиликатные минералы. При этом содержание общего кремнезема доходит до 65% (кварца – до 40%) [4,5]. Главными породообразующими минералами гранитов являются олигоклаз-андезин № 20-35, щелочной полевой шпат, кварц, биотит, редко роговая обманка. Есть также магнетит, сфен, апатит, циркон, пирит.

Исходя из анализа производства ячеистых бетонов в РБ, вполне обоснованным представляется техническое предложение о возможности применения гранитоидной минеральной добавки в производстве ГАТ. При этом наряду с традиционной вязущей системой $\text{CaO}+\text{SiO}_2+\text{H}_2\text{O}$ в сырце будет присутствовать и вязущая система $\text{CaO}+\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{H}_2\text{O}$, практически не содержащая илистых и глинистых примесей.

Результаты поисковых экспериментов подтверждают высказанную гипотезу [5].

На основании имеющихся данных могут быть предложены принципиальные технологические схемы (некоторые из множества) применения МЗ из горных пород микашевичского месторождения (гранитоидный микрозаполнитель - ГМЗ) в производстве конструктивно-теплоизоляционных ячеистых бетонов автоклавного твердения.

Схема 1-1. Предполагает применение портландцемента с минеральной добавкой по ТУ ВУ100649721.116-2010 «Портландцемент с минеральной добавкой из молотого гранитного отсева (опытная партия)» (ПЦГ) вместо песчанистого цемента по ТУ ВУ 590118065.562 «Портландцемент песчанистый. Технические условия» (ПЦП). Основная вязущая система традиционная –

$\text{CaO}+\text{SiO}_2+\text{H}_2\text{O}$. Доля вяжущей системы $\text{CaO}+\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{H}_2\text{O}$ незначительна. В технологии изготовления изделий из ячеистого бетона автоклавного твердения в виде ГАТ на ИПВ и кварцевом песке, например, на ОАО "Минский комбинат силикатных изделий" (МКСИ), изменится только состав сырьевой смеси (будет другой ПЦ). Оборудование будет задействовано согласно действующему заводскому технологическому регламенту при температуре автоклавной обработки 175-183°C (давление 0,9-1,1 МПа).

Схема 1-2. Предполагает применение вместо ИПВ известково-гранитного вяжущего (ИГВ). В технологии изготовления изделий из ячеистого бетона автоклавного твердения в виде ГАТ, например, на МКСИ, изменится состав сырьевой смеси (будет ИГВ вместо ИПВ). Оборудование будет задействовано согласно действующему заводскому технологическому регламенту при температуре автоклавной обработки 175-183°C (давление 0,9-1,1 МПа).

Попутно можно испытать известково-гранитное вяжущее (ИГВ) и в производстве силикатного кирпича.

Схема 1-3. Предполагает применение горных пород микашевичского месторождения в составе гранитного шлама вместо песчаного шлама. В технологии изготовления изделий из ячеистого бетона автоклавного твердения в виде ГАТ на ИПВ, например, на МКСИ, изменится состав сырьевой смеси (гранитный шлам вместо песчаного шлама). Оборудование будет задействовано согласно действующему заводскому технологическому регламенту при температуре автоклавной обработки 175-183°C (давление 0,9-1,1 МПа).

Схема 1-4. Сырьевая смесь для производства цементного ГАТ в виде ЦГБ может быть двухкомпонентной, состоящей, например, из бездобавочного портландцемента (ПЦ 400-Д0; около 50%) или ПЦГ и минерального гранитоидного микрозаполнителя (ГМЗ; около 50%) в виде мелких фракций (товарный продукт; частицы не более 160 мкм). При двухкомпонентной сырьевой смеси при изготовлении ЦГБ изменятся дозирование и режим работы смесителя. Температура автоклавной обработки 175-183°C (давление 0,9-1,1 МПа).

Таблица 1

Прогнозируемый уровень параметров качества различных ГАТ

Схема	Прогнозируемый уровень параметров (ранг)			
	прочность	вид вяжущего	микрозаполнитель	усадка
1-1	10	ИПВ +ПЦГ	П+ГМЗ	1
1-2	10	ИГВ+ПЦП (ПЦГ)	П+ГМЗ	1
1-3	10	ИПВ +ПЦП (ПЦГ)	П+ГМЗ (шлам)	1
1-4	7	ПЦП или ПЦГ или ПЦ	ГМЗ (отсев; сухая мелкая фракция)	3
1-5	8	ПЦП или ПЦГ или ПЦ	ГМЗ (сухой помол)	3
1-6	8	ПЦП или ПЦГ или ПЦ	ГМЗ (мокрый помол)	3
1-7	10	К+Г+ГМЗ (совместный помол)	-	2
ГАТ на ИПВ, ПЦ и кварцевом песке	10	ИПВ +ПЦ	П (мокрый помол)	1

Примечания: 1. Формовочные смеси в схемах (1-4)-(1-7) двухкомпонентные. 2. Минимальный уровень параметра (ранга) - 1; максимальный уровень параметра (ранга) - 10; 3. Обозначено: П – кварцевый песок; Г – гипсовый камень; К - клинкер.

Схема 1-5. Аналогична схеме 1-4, но при этом ГМЗ является продуктом сухого помола (остаток на сите 008 - 12-15%; примерно ПЦ:ГМЗ=1:1) горных пород микашевичского месторождения в условиях РУП «Гранит» или завода ячеистого бетона. При двух-

компонентной сырьевой смеси при изготовлении ЦГБ изменяется дозирование и режим работы смесителя. Температура автоклавной обработки 175-183°C (давление 0,9-1,1 МПа).

Схема 1-6. Аналогична схеме 1-4, но при этом ГМЗ является продуктом мокрого помола (остаток на сите 008 - 12-15%; примерно ПЦ:ГМЗ=1:1) горных пород микашевичского месторождения в условиях завода ячеистого бетона (гранитный шлам вместо песчаного шлама). При двухкомпонентной сырьевой смеси при изготовлении ЦГБ изменяется дозирование и режим работы смесителя. Температура автоклавной обработки 175-183°C (давление 0,9-1,1 МПа).

Схема 1-7. В условиях завода ячеистого бетона приготавливают сухую смесь ПЦ+ГМЗ (примерно ПЦ:ГМЗ=1:1). Для этого в мельницу загружают смесь: клинкер+гипс+гранитоид. Температура автоклавной обработки 175-183°C (давление 0,9-1,1 МПа).

Учитывая имеющуюся научную информацию, на основе двухкомпонентной смеси ПЦ+ГМЗ (см. схемы (1-4)-(1-7)) возможно получение цементного газобетона (ЦГБ), твердеющего, например, в автоклаве при давлении до 0,4 МПа (температура $T=130-140^{\circ}\text{C}$).

Можно также отказаться от тепловых камер за счет применения ускорителя схватывания цементных смесей. Есть научная информация о том, что снижение температуры автоклавной обработки до 140°C позволяет уменьшить при той же продолжительности цикла автоклавной обработки расход пара в 1,4-1,6 раза.

При $T=130-140^{\circ}\text{C}$ в ЦГБ уже образуются качественные ГСК (степень закристаллизованности ГСК достаточная, усадка ЦГБ нормальная) со свойствами, сопоставимыми со свойствами ГСК, которые получают, производя традиционный ГАТ из смеси ПЦ+известь+кварцевый песок при $T=175-183^{\circ}\text{C}$ (давлении 0,9-1,1 МПа). Варьирование составом сырьевой смеси и давлением автоклавирования сырца (см. схемы (1-4)-(1-7)) позволит предложить промышленности разнообразие технологических схем производства ячеистых бетонов автоклавного твердения различной средней плотности с применением ГМЗ (таблица 1).

Ячеистые бетоны неавтоклавного твердения на основе гранитного микрозаполнителя

Сложилось так, что под качественными ячеистыми бетонами в развитых странах производители и строители понимают прежде

всего различные ГАТ-ААС на традиционном сырье. Вместе с тем известно производство ЯБАТ на цементе (без извести) [1,2].

В свое время в СССР была разработана Программа по развитию производства и применения изделий из ячеистого бетона не только в виде ГАТ, но и из цементного ЯБНТ по ГОСТ 25485-86 «Бетоны ячеистые. ТУ».

Вместе с тем в РБ не производили качественные промышленные цементные ЯБНТ и изделия из них по классической резательной (струнной) технологии. По всей видимости в свое время при разработке СТБ 1570 по какому-то соглашению с РФ в стандарт были включены ранее полученные в РФ или СССР данные о цементном ЯБНТ (см. ГОСТ 25485).

При твердении гидратационной (цементной) ВС также, как и в ГАТ, образуются минералы группы ГСК, но уже вследствие гидратации клинкерных минералов. При этом ТВО сырца цементного ЯБНТ (цементного пенобетона (ЦПБ) или ЦГБ) может осуществляться в пропарочной камере или в автоклаве при атмосферном давлении ($P=0,0$ МПа), в т.ч. может быть использован автоклав с выработанным ресурсом.

Отличительным признаком всех цементных ячеистых бетонов (ЦПБ и ЦГБ) является возможность микро(нано)структурообразования в т.ч. и в естественных условиях, что позволяет выполнять монолитное бетонирование конструкций, например, по схеме фирмы «Неопор», что невозможно осуществить, применяя смеси для производства ЯБАТ [5].

В цементных ячеистых бетонах в качестве МЗ возможно применение не только кварцевого песка или вторичных продуктов обогащения руд, но и других горных пород и техногенных продуктов, в т.ч. и алюмосиликатных (см. СТБ 1727-2007).

Природа адгезионной связи между цементирующей гидросиликатной матрицей и плотным МЗ в ГАТ и ЦГБ различна и изучена не достаточно.

В работе [1] анализируется термодинамическая концепция адгезии, согласно которой для создания прочного контакта (R_a) в системе «МЗ – ГСК-матрица» в ГАТ необходимо выполнение условия

$$G_1 < G_2,$$

где G_1 – поверхностная энергия элементов ВС; G_2 – поверхностная энергия МЗ.

Как следует из неравенства высокий уровень R_a достижим при осуществлении активации МЗ, т.е. повышении уровня G_2 , т.к. вяжущее имеет достаточно высокий уровень G_1 . При недостаточном уровне G_2 (неактивированный МЗ) имеет место низкий уровень R_a .

Для ускорения твердения цементных ЯБНТ тоже лучше создать внешние условия с повышенными уровнями T (повышенный уровень P для этого не обязателен) и W .

Цементные (гидратационные) бетоны называли «бетоны неавтоклавного твердения» (без видимой причины заложили альтернативность синтетическим бетонам автоклавного твердения), хотя сразу могли назвать, например, ЯБНТ - «гидратационный ячеистый бетон», а ЯБАТ - «синтетический ячеистый бетон».

В дальнейшем совершенно необоснованно в один общий стандарт (в РБ - СТБ 1570) свели технические требования и к ЯБАТ, и к цементным ЯБНТ, т.е. к ячеистым бетонам на основе ГСК различного происхождения (см. ГОСТ 25485).

Разработчики нормативов проигнорировали то обстоятельство, что ЯБНТ существует неопределенное множество и не только на основе ГСК.

К моменту введения ГОСТ 25485 производились изделия из ЯБНТ в виде пено-, газогипсов, ЯБНТ на основе жидкого стекла и т.д., твердеющие, например, в процессе сушки сырца в устройствах «неавтоклавах».

Согласно СТБ 1570 бетон неавтоклавного твердения – бетон, твердеющий в естественных условиях, при электропрогреве или в среде насыщенного водяного пара при атмосферном давлении.

На Николаевском КСИ (Украина) в 1980-е годы при создании «баротехнологии» проводились массовые формовки цементных ЯБНТ (ЦГБ, ЦПБ и газопенобетона), было организовано производство стеновых мелких блоков с $\rho=600-800 \text{ кг/м}^3$ по резательной (струнной) технологии путем поднятия рамы со струнами.

Отверждение сырца цементного газопенобетона осуществляли в автоклаве при избыточном давлении $P=0,6-0,9 \text{ МПа}$. Опытные формовки цементного газопенобетона выполнялись и при отверждении сырца в автоклаве при $P=0,0-0,2 \text{ МПа}$.

Смысл включения в СТБ 1570 параметров цементного ЯБНТ, который объективно имеет более низкий уровень основных физико-технических свойств по сравнению, например, с газобетонами авто-

клавного твердения (ГАТ), состоит в том, что технология получения цементных изделий, например, из ЦГБ (эти изделия предпочтительнее изделиям из ЦПБ) в целом отвечает актуальным требованиям энергоресурсосбережения как в производстве, так и в сфере применения изделий.

Известно, что степень долговременного влияния множества технологических факторов на прочность (R) и другие физико-технические свойства (усадку, набухание, ползучесть, морозостойкость и т.д.) существенно возрастает по мере уменьшения средней плотности как ГАТ, так и цементного ЯБНТ (ЦПБ и ЦГБ) [1,2].

Поисковые эксперименты показали, что применение активированных (молотых) в шаровой мельнице гранитоидов позволяет получать цементный газобетон [5].

Для производства качественных сборных изделий из ЦГБ следует использовать элементы технологических линий (смесители, формы, резательные установки, оборудование для активации сырья) для производства качественных изделий из ГАТ.

Вяжущие системы для производства ЦГБ и ЦПБ включают ПЦ+дисперсный минеральный МЗ. В зависимости от средней плотности ЯБНТ соотношение между клинкерной частью вяжущей системы и МЗ варьируется в некотором диапазоне.

Смесители для приготовления ячеистобетонных смесей должны быть турбулентными. Технология производства ЯБНТ и соответствующих армированных и неармированных изделий должна быть резательной.

При давлении Р~0 автоклав работает в режиме пропарочной камеры (Т = 85-90°С). При этом получают ГСК со свойствами, требующими улучшения (степень закристаллизованности ГСК недостаточная, что приводит к повышенной усадке ЦГБ по сравнению с усадкой ГАТ).

Взаимосвязь между контракцией и усадкой не установлена. Отметим, что нормировать следует не 3 мм/м, а предельный размер изделий из ЯБНТ, чтобы в них не было трещинообразования. Поскольку основная продукция - неармированные стеновые блоки длиной до 600 мм, то лучше бетона для них, чем ЦГБ, и не нужно.

Введение в формовочную смесь волокнистого компонента уменьшает усадку ЦГБ [5].

Нижеприведенные принципиальные технологические схемы (некоторые из множества) применения ГМЗ в производстве цементных газобетонов базируются на основном оборудовании (смесители, резательные машины, автоклавы и прочее) для производства традиционного ГАТ на основе ПЦ, ИПВ и молотого кварцевого песка при температуре автоклавной обработки или ТВО в других устройствах $T=85-90^{\circ}\text{C}$ (давление атмосферное).

Схема 2-1. Предполагает применение портландцемента с минеральной добавкой по ТУ ВУ100649721.116-2010 «Портландцемент с минеральной добавкой из молотого гранитного отсева (опытная партия)» (ПЦГ) в сочетании с песчаным шламом.

Таблица 2

Прогнозируемый уровень параметров качества различных ЦГБ

Схема	Прогнозируемый уровень параметров (ранг)			
	прочность	вяжущее	микрозаполнитель	усадка
2-1	6	ПЦГ	П (шлам)	8
2-2	6	ПЦП или ПЦГ или ПЦ	ГМЗ (шлам)	8
2-3	5	ПЦП или ПЦГ или ПЦ	ГМЗ (отсев; сухая мелкая фракция)	10
2-4	6	ПЦП или ПЦГ или ПЦ	ГМЗ (сухой помол)	8
2-5	7	К+Г+ГМЗ (совместный помол)	-	6

Примечания: 1. Формовочные смеси двухкомпонентные. 2. Минимальный уровень параметра (ранга) - 1; максимальный уровень параметра (ранга) – 10 (см. табл. 2.9); 3. Обозначено: П – кварцевый песок; Г – гипсовый камень; К - клинкер. 4. Температура автоклавной обработки или ТВО в других устройствах $T=85-90^{\circ}\text{C}$.

Схема 2-2. Предполагает применение бездобавочного ПЦ или портландцемента с минеральной добавкой по ТУ ВУ100649721.116-

2010 «Портландцемент с минеральной добавкой из молотого гранитного отсева (опытная партия)» (ПЦГ) или песчанистого цемента по ТУ ВУ 590118065.562 «Портландцемент песчанистый. Технические условия» (ПЦП) в сочетании с гранитным шламом.

Схема 2-3. Аналог схемы 2-2. Сырьевая смесь для производства ЦГБ может быть двухкомпонентной, состоящей, например, из бездобавочного портландцемента ПЦ 400-Д0 или ПЦГ и ГМЗ в виде мелких фракций (товарный продукт; частицы не более 160 мкм).

Схема 2-4. Аналог схемы 2-2, но при этом ГМЗ является продуктом сухого помола (остаток на сите 008 - 12-15 %; примерно ПЦ:ГМЗ=1:1) горных пород микашевичского месторождения в условиях РУП «Гранит» или завода ячеистого бетона.

Схема 2-5. В условиях завода ячеистого бетона приготавливают сухую смесь ПЦ+ГМЗ (примерно ПЦ:ГМЗ=1:1). Для этого в мельницу загружают смесь: клинкер+гипс+гранитоид.

Возможно получение ЦГБ с улучшенными физико-техническими свойствами (ТВО - автоклавирование при давлении до 0,4 МПа и температуре 130-140 оС).

Варьирование составом сырьевой смеси и режимом ТВО сырца позволит предложить промышленности разнообразие технологических схем производства конструкционно-теплоизоляционных цементных ячеистых бетонов неавтоклавного твердения с применением ГМЗ (таблица 2).

Заключение

Качественные, высокоточные сборные изделия по СТБ 1117 из цементного ЯБНТ по СТБ 1570 с $\rho > 400 \text{ кг/м}^3$ следует не игнорировать, а воспринимать как способствующие решению практических задач в строительстве. Примерная себестоимость стеновых блоков из ЦГБ на 10-15 % меньше по сравнению с блоками из ГАТ.

Несмотря на ряд известных недостатков ЦГБ, качественные изделия из ЦГБ при их индустриальном производстве по резательной технологии на современном оборудовании, как и изделия из ГАТ, могут решать задачи в области энергоресурсосбережения.

Для производства качественных сборных изделий из ЦГБ следует использовать элементы технологических линий (смесители, формы, резательные установки и т.д.) для производства качественных изделий из ГАТ. В обозримом будущем промышленные автоклавы,

работающие при $P \geq 0,8$ МПа, исчерпают свой ресурс и могут быть использованы для ТВО сырца цементного ЯБНТ.

Нормативная база для производства ячеистых бетонов автоклавного и неавтоклавного твердения и соответствующих армированных и неармированных изделий должна способствовать развитию прогрессивной резательной (струнной) технологии. Исходя из различий в физико-технических свойствах и областях эффективного применения, целесообразно создание развитой независимой (раздельной) нормативной базы для организации производства изделий из ЯБАТ и цементного ЯБНТ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пористые бетоны и области их применения / В.В.Опекунов [и др.] // Вес. Бел. Нац. Техн. Ун-та. – 2005. - вып.1. – С.10-17.
2. Опекунов В.В. Ячеистые бетоны неавтоклавного твердения // Строительная наука и техника. - 2009.- № 3(24) – С.53-56.
3. А.с. 1458341 СССР, СО4 В 14/04. Сырьевая смесь для получения заполнителя / В.В.Опекунов, В.И.Юськович (СССР). - № 4166085; заявлено 25.12.85; опубл. 15.02.89., Бюл. № 6. – 4 с.
4. Батяновский, Э.И. Гранитный отсеv РУПП «Гранит» - направления использования и свойства / Э.И. Батяновский; А.В. Смоляков, П.В. Рябчиков // Строительная наука и техника -2008 - №5(20). – С.7-15.;
5. Опекунов, В.В. Цементный газобетон в стене энергоэффективного объекта / В.В. Опекунов, Ю.В.Скорина // Строительная наука и техника. – 2013.– № 4 – С. 26-29.