

УДК 622.454:622.831.325.3

Бунько Т.В., д-р техн. наук, ст. научн. сотр.,**Новиков Л.А.**, магистр
(ИГТМ НАН Украины),**Мирошниченко В.В.**, магистр
(ДТЭК),**Кокоулин И.Е.**, канд. техн. наук, ст. научн. сотр.
(ИГТМ НАН Украины)**К ВОПРОСУ СОЗДАНИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ УЧАСТКА
ДЕГАЗАЦИИ УГОЛЬНОЙ ШАХТЫ****Бунько Т.В.**, д-р техн. наук, ст. науч. співр.,**Новиков Л.А.**, магістр
(ИГТМ НАН України),**Мірошниченко В.В.**, магістр
(ДПЕК),**Кокоулін І.Є.**, канд. техн. наук, ст. науч. співр.
(ИГТМ НАН України)**ДО ПИТАННЯ СТВОРЕННЯ І ФУНКЦІОНУВАННЯ ДІЛЯНКИ
ДЕГАЗАЦІЇ ВУГІЛЬНОЇ ШАХТИ****Bunko T.V.**, D.Sc. (Tech.), Senior Researcher,**Novikov L.A.**, M.S. (Tech.)
(IGTM NAS of Ukraine),**Miroshnichenko V.V.**, M.S. (Tech.)
(DFEK),**Kokoulin I.Ye.**, Ph.D. (Tech.), Senior Researcher
(IGTM NAS of Ukraine)**TO THE QUESTION OF CREATION AND FUNCTIONING AREA OF
DEGASSING OF COAL MINE**

Аннотация. Рассмотрены вопросы удаления из шахты техногенного метана средствами вентиляции и дегазации. Показано, что с увеличением глубины горных работ, повышением метанообильности угольных пластов и вмещающих пород и усложнением в связи с этим способов и средств дегазации участок профилактических работ по технике безопасности не может эффективно совмещать работы по дегазации с другими возложенным на него обязанностями. Предложено организовать на угольных шахтах со сложными системами дегазации отдельные структурные подразделения – участки дегазации, сформулированы требования к их составу, должностным инструкциям, правам и обязанностям персонала, и охарактеризован подготовленный в ИГТМ НАН Украины нормативный документ Министерства энергетики и угольной промышленности Украины «Участок дегазации угольной шахты. Порядок создания и функционирования». Исходя из условий проведения дегазации на ряде шахт Донецкой топливно-энергетической компании, обоснована целесообразность продолжения работ по созданию этого нормативного документа и внедрения его на отдельных шахтах компании.

Ключевые слова: угольная шахта, техногенный метан, дегазация, участок дегазации, нормативный документ.

До недавнего времени удаление из шахты техногенного метана производилось средствами вентиляции, и лишь в отдельных случаях – с использованием собственно средств дегазации (вакуумотсоса и т.д.). Поэтому было принято возлагать функции дегазации на участок вентиляции и техники безопасности (ВТБ) [1] шахты, понимая под дегазацией только непосредственное удаление метана из шахты без его сбора и использования. Другим подразделением шахты, которое осуществляет функции дегазации, является участок профилактических работ по технике безопасности шахты (ПРТБ). Единственным нормативным документом, регламентирующим работу указанного участка, является [2], во многом устаревшее и практически не используемое. За прошедшие почти тридцать лет с момента его выхода изменились как методы и средства дегазации, так и сами дегазационные системы, что вызвало необходимость разработки локальных инструкций, противоречащих друг другу и не позволяющих выработать единый подход к проведению дегазационных мероприятий.

Если проанализировать положение об участке ПРТБ, можно выделить следующие задачи участка, имеющие отношение к дегазации (нумерация соответствует подпунктам Типового положения):

2.1. Дегазация угольных пластов и боковых пород в соответствии с утвержденным проектом.

2.2. Осуществление работ по борьбе с внезапными выбросами угля, породы, газа.

Функции участка ПРТБ заключаются в том, что он:

3.2. Разрабатывает исполнительный график работ по дегазации пластов и боковых пород.

3.3. Совместно с технической службой шахты разрабатывает паспорта на бурение дренажных скважин и инструкций по пуску и установке вакуум-насосов и безопасному обслуживанию дегазационных установок.

3.4. Выполняет работы по подготовке к бурению дренажных скважин, определяет параметры скважин.

3.5. Осуществляет своевременное и качественное бурение дренажных скважин, монтаж вакуум-насосов и прокладку газопроводов силами участка или специализированных организаций.

3.6. Контролирует качество бурения дренажных скважин, их герметизацию, выполнение строительно-монтажных работ и их соответствие проекту дегазации.

3.7. Обеспечивает нормальную и бесперебойную работу дегазационных установок и контрольно-измерительной аппаратуры, а в случае необходимости осуществляет ремонт и замену оборудования.

3.8. Осуществляет контроль за концентрацией и дебитом метана в магистральном газопроводе и скважинах, герметизацией газопроводов и создаваемым вакуумом.

3.9. Ведет установленную техническую документацию по работе дегазационных установок и скважин, осмотру и ремонту газопроводов, концентрации и дебиту отсасываемого метана.

3.21. Разрабатывает графики работ, инструктажи по пуску и остановке вакуум-насосов, по безопасному обслуживанию дегазационной установки.

3.27. Принимает участие в разработке проектов по утилизации газа-метана и осуществляет контроль за их реализацией.

Участок ПРТБ несет ответственность за:

5.1. Невыполнение утвержденных проектов и графиков работ по дегазации угольных пластов и боковых пород.

5.2. Несвоевременное и некачественное бурение дренажных скважин, монтаж вакуум-насосов и прокладку газопроводов.

5.3. Невыполнение комплекса мероприятий по борьбе с внезапными выбросами угля, породы и газа.

Как видно из приведенного перечня, большинство задач участка ПРТБ непосредственно связаны с проведением дегазационных мероприятий, чем в значительной степени и отличаются от задач участка ВТБ. Однако работа двух этих участков тесно взаимосвязана. В самом простом случае, для условий негасовых шахт, где дегазация отсутствует, необходимо просто подать на участок с возможным выделением метана достаточное количество воздуха, и задача его удаления из шахты, причем без вредных последствий, будет решена.

Иначе обстоит дело на газовых шахтах. Подача большого количества воздуха для удаления значительных скоплений метана не только не соответствует требованиям [3] (нарушаются безопасные скорости движения воздушных потоков), но и неэффективна экономически. В непосредственной близости функционирует дегазационная система, и правильный выбор режима ее работы позволит снизить количество подаваемого на участок воздуха и сделает совместную работу обеих систем экономически выгодной. Правда, решение такой задачи для условий современных метанообильных шахт с высоконагруженными лавами представляет определенные трудности.

Кроме того, в настоящее время как перед участком ВТБ, так и перед участком ПРТБ ставится ряд новых задач, требующих своего решения даже в плане научной поддержки. Основными из них являются следующие:

а) замеры количества метана в дегазационном трубопроводе производятся достаточно легко, в то время как замеры давления не всегда и не во всех точках осуществимы;

б) важным параметром, определяющим пропускную способность дегазационного трубопровода, является его аэродинамическое сопротивление. Оно зависит от плотности потока, скорости газо-жидкостной смеси и эффективной площади поперечного сечения трубопровода;

в) одним из направлений эффективной угледобычи, как уже отмечалось выше, является не просто выброс метана в атмосферу, а его использование в качестве альтернативного топлива. В связи с этим решение задач дегазации значительно усложняется [4]. Решение вопросов обеспечения отдельной добычи уг-

ля и метана не может достаточно эффективно решаться только участками ВТБ и ПРТБ. Правда, последнему предписывается (п.3.27 Типового положения) проведение работ по утилизации метана, однако при этом подразумевается лишь локальное использование метана для нужд конкретного предприятия, тогда как в настоящее время на ряде шахт (например, на шахте им. А. Ф. Засядько) ставится вопрос о промышленной добыче метана и направлении его в газовую сеть городов, что представляет значительно более сложную задачу;

г) промышленная добыча метана предполагает разработку и использование современных технологий дегазации. Одна из них – проходка каптажных выработок («газового горизонта») [5]. Опыт таких работ сейчас есть на шахтах им. А.Ф. Засядько и «Краснолиманская». Однако даже опыт только этих двух шахт показывает, что существуют серьезные различия в организации систем каптажных выработок, причем многие вопросы недостаточно проработаны даже в научном плане. Поэтому актуальными являются вопросы исследования эффективности использования каптажных выработок и прогнозный расчет их эффективности для высокопроизводительных выемочных участков;

д) решение перечисленных задач в значительной степени возможно лишь при использовании имитационного моделирования работы ДС, которые представляют сегодня разветвленные сетевые объекты с во многом неопределенными газодинамическими параметрами. Если вопросы проведения вентиляционных расчетов решаются достаточно просто: на ряде крупных шахт (и на шахте им. А.Ф. Засядько в частности) в составе участка ВТБ создается группа информационного обеспечения (ГИО) вентиляционных расчетов, задачей которой является подготовка исходной информации, проведение расчетов на ПЭВМ и выдача рекомендаций по совершенствованию проветривания шахты, то для решения задач дегазации необходимо создание подобных структур на участках ВТБ (ПРТБ), а в дальнейшем, по мере необходимости, создание на некоторых шахтах участков дегазации и соответствующих ГИО.

С целью исследования возможности и целесообразности создания на крупных метанообильных шахтах участков дегазации Минуглепром Украины была запланирована разработка пробного СОУ «Положение об участке дегазации угольной шахты. Порядок создания и функционирования» с ограниченным сроком действия и предназначенного для апробации на выбранных горнотехнических объектах с целью оценки его практической пригодности. Шахта им. А.Ф. Засядько была выбрана, по рекомендации ее руководства, как объект исследования, поскольку она обладает всем спектром сложностей дегазации.

В соответствии с Техническим заданием указанный документ должен был позволить:

а) обеспечить повышение уровня качественной оценки состояния шахтной дегазационной системы (ШДС) с учетом мониторинга окружающей природной среды, прогнозирования изменений состояния проветривания горных работ в связи с использованием современных систем комплексной дегазации и разработки научно обоснованных рекомендаций относительно принятия эффективных решений по управлению дегазацией шахт;

б) повысить эффективность принятия решений по совершенствованию системы дегазации подземных горных работ;

в) более объективную оценку состояния дегазационных коммуникаций шахты;

г) в период между проведением газовых съемок обеспечить более объективную оценку состояния ШДС вследствие более обоснованного использования методов современного имитационного моделирования процессов, которые сопровождают дегазацию выемочных участков в нормальных и аварийных режимах функционирования;

д) сделать возможным применение нового подхода к созданию единой системы мониторинга системы дегазации шахты, который обеспечит минимизацию убытков от ликвидации отклонений этого вспомогательного технологического процесса от нормального режима эксплуатации с учетом повышения уровня безопасности труда.

Положение об участке дегазации включает следующие сведения:

а) порядок создания участка дегазации;

б) его подчиненность;

в) структура и численность участка;

г) квалификация персонала;

д) порядок контроля работы сотрудников участка дегазации;

е) ответственность руководства горного предприятия за эффективность функционирования участка;

ж) требования к решению основных вопросов, которые должен реализовать участок дегазации по оценке качественного и количественного состояния элементов ШДС, контролю функционирования и расчета значений ее аэрогазодинамических параметров;

и) перечень основных работ, которые должен выполнять персонал участка дегазации с целью решения функциональных задач п. 7. Обязательна регламентация работ, связанных с контролем состава воздуха в шахте, проведением газовых съемок, определению газообильности горных выработок по метану, подготовке материалов для установления категории шахты по газу, определению горных выработок, опасных по слоевым скоплениям метана, разработке предложений по использованию способов управления газовыделением и их параметрам, разработке способов контроля аэрогазодинамических параметров дегазационных трубопроводов и вакуумнасосных станций, разработке предложений по корректировке проектов дегазации, контролю эффективности дегазации и газоотсоса, проверки правильности эксплуатации аппаратуры контроля концентрации метана в горных выработках. Другие функции участка дегазации будут определяться (или исключаться из рассмотрения) спецификой проведения дегазационных работ на конкретном горном предприятии;

к) требования к подготовке специалистов участка дегазации, их переподготовке и специальной подготовке по программе;

л) требования по организации работы участка. Они включают требования к:

1) выполнению работ по проведению расчетов дегазационной системы;

2) интервалу актуализации информации о состоянии газовыделений и работе ШДС;

3) комплектности документации, которую формирует участок дегазации, и порядку ее актуализации;

4) допустимым отклонениям замерных результатов от расчетных;

5) условиям сохранения расчетной информации;

б) условиям утверждения полученных расчетных результатов и их дальнейшего использования;

м) требования к правам участка дегазации. Они включают требования к получению участком перспективных планов горных работ, участию в технических совещаниях, где рассматриваются вопросы, связанные с изменением дегазационных систем и режимов дегазации шахт, выдачей рекомендаций по совершенствованию управления газовойделением и дегазацией шахт с учетом развития горных работ;

н) требования к ответственности персонала участка дегазации относительно правильности и своевременности выполнения работ, регламентированных СОУ.

Для выполнения перечисленных работ в состав участка дегазации должны быть включены (в минимальном варианте): начальник участка, осуществляющий координацию и руководство работам участка; инженер-технолог, решающий технологические задачи участка; специалист по информационно-аналитическим технологиям, в функции которого входит поддержание баз данных и осуществление дегазационных расчетов; технический персонал, осуществляющий работы по мониторингу параметров ШДС и оформление документации участка. Специалисты такого уровня в настоящее время работают и в составе участков ВТБ и ПРТБ, однако им приходится совмещать перечисленные работы с другими работами на участках в соответствии со своими должностными инструкциями, что в нынешних условиях трудноосуществимо.

Разработанный нормативный документ «Положение об участке дегазации угольной шахты. Порядок создания и функционирования» (в качестве пробного стандарта) был согласован руководством шахты им. А.Ф. Засядько и утвержден разработчиком - ИГТМ НАН Украины. К сожалению, проведение дальнейших работ осложнилось сложившейся в Донбассе ситуацией, когда ряд шахт, на которых было бы целесообразно организовать участки дегазации, в том числе и шахта им. А.Ф. Засядько, вышли из-под контроля Украины. Однако продолжение работ в указанном направлении можно считать перспективным.

Объектом продолжения работ в направлении создания и организации участков дегазации (или, по крайней мере, на первом этапе, ГИО участков ВТБ или ПРТБ шахт с наиболее сложным газовым режимом, отвечающих за дегазацию) являются шахты Донецкой топливно-энергетической компании (ДТЭК), некоторые из которых имеют проблемы с дегазацией и на которых функционируют ДС. Характеристика ДС таких (находящихся на подконтрольных Украине территориях) шахт приведена в табл. 1.

Таблица 1 – Шахты ДТЭК, имеющие дегазационные системы

Шахты ООО «ДТЭК»		Категория по газу	Газообильность		Газоотсос	Дегазация
			Абс. м ³ /мин	Отн. м ³ /т		
1	им. Героев Космоса	Сверх-категорийная	58,08	17,92	ВМЦГ-7 УВЦГ2	-
2	Степная	Сверх-категорийная	98	25	-	ВНС, подз.скв.
3	Юбилейная	Сверх-категорийная	49,63	25,9	-	ПДУ, подз.скв
4	Западно-Донбасская	Сверх-категорийная	109,49	43,17	-	ВНС1, ВНС2, подз.скв
5	Добропольская	Сверх-категорийная	16,68	53,7	ВМЦГ-7	ВНС, «свечи» в ВП
6	Алмазная	Сверх-категорийная	25,03	38,31	ВМЦГ-7	ВНС, «свечи» в ВП
7	Новодонецкая	III категория	10,6	11,1	-	ПДУ, «свечи» в ВП
8	Пионер	III категория	9,2	13,3	ПДУ	-
9	Белозерская	Сверх-категорийная	12,25	17,9	ВМЦГ-7	ВНС1, ВНС2, «свечи» в ВП

Как видно из таблицы, газодинамические параметры шахт ДТЭК значительно отличаются, поэтому как газоотсос, так и средства дегазации на них различны, а значит, различными должны быть и меры по расчету и управлению ими. Поскольку, как отмечалось многими исследованиями, все более насущным становится вопрос о совместном управлении ШВС и ШДС, а все шахты табл. 1, кроме № 1, являются двух- (№№ 2 и 4), трех- (№№ 3, 5, 8 и 9) и четырехвентиляторными (№№ 6 и 7), что требует дополнительных исследований, имитационного моделирования и проведения расчетов по оценке, анализу и оптимизации их совместной работы. Кроме того, а на двух шахтах имеют место дополнительные сложности проветривания (на шахте «Алмазная» ВГП ВЦ-25 остановлен на весенне-летний период, а устаревший ВГП ВЦ3-32 со сверхнормативным сроком эксплуатации 43 года выведен из эксплуатации; на шахте «Пионер» не введен в эксплуатацию ВГП ВЦД-31,5М), что также оказывает определенное влияние на работу ШДС. Тем самым работа по комплексированию работ ШВС и ШДС усложняется, и для ее эффективного проведения целесообразно продолжить работу над созданием пробного СОУ «Положение об участке дегазации угольной шахты» с учетом возможностей и особенностей создания их на отдельных шахтах ДТЭК и его внедрением.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Положение об участке вентиляции и техники безопасности (ВТБ) шахты. – Макеевка-Донбасс, 1993. – 23 с.
2. Типовое положение об участке профилактических работ по технике безопасности шахты: Приложение 10 к приказу Министра угольной промышленности СССР от 13.12.85 г. № 465. – Киев: 1985. – 18 с.
3. Правила безпеки у вугільних шахтах: НПАОП 10.0-1.10.10. – [Дійсн. від 22.03.2010]. - Офіційне видання. - Київ: Основа, 2010.- 430 с. - (Нормативний документ Мінвуглепрому України. Стандарт)
4. Проветривание и газовый режим шахты им. А.Ф. Засядько: состояние и пути совершенствования / Е.Л. Звягильский, А.Ф. Булат, И.А. Ефремов [и др.]. – Донецк-Днепропетровск, 2003. – 228 с.
5. Совершенствование вентиляции и дегазации угольных шахт / А.Ф. Булат, Е.Ф. Звягильский, Б.В. Бокий [и др.]. – Днепропетровск, 2005. – 216 с.

REFERENCES

1. Makeevka Research Institute for the Safety of Work in the Mining Industry (1993), *Polozheniye ob uchastke ventilatsii i tekhniki bezopasnosti (VTB) shakhty* [Statute about area of ventilations and industrial safety (VIS) of mine], Makeevka-Donbass, UA.
2. Ministry of Coal Industry of USSR (1985), *Tipovoe polozhenie ob uchastke profilakticheskikh rabot po tekhnike bezopasnosti shakhty: Prilozheniye 10 k prikazu Ministra Ugolnoy promyshlennosti SSSR ot 13.12.85 № 465* [Model statute about the area of prophylactic works on industrial safety of mine: Enclosure 10 to the Order of Minister of Coal Industry of USSR from 13.12.85 y. № 465], Ministry of Coal Industry of USSR, Kiev, Ukraine.
3. Ukraine Ministry of Coal Industry (2010), 10.0-1.10.10. *Pravyla bezpeky u vugilnykh shakhtakh: Normativnyu document Minugleproma Ukrainy. Standart* [10.0-1.10.10. Safety in Coal Mines: Regulatory Document Coal Industry of Ukraine. Standard], Ukraine Ministry of Coal Industry, Kiev, Ukraine
4. Zvyagilskiy, Ye.L., Bulat, A.F., Efremov, I.A., Bokiy, B.V., Bunko, T.V. and Kokoulin, I.Ye. (2003), *Provetrivaniye i gazovyy rezhim shakhty im. A.F. Zasyadko: sostoyaniye i puti sovershenstvovaniya* [Ventilation and gas regime of A.Ф. Zasyadko mine: state and ways of perfection], Donetsk-Dnepropetrovsk, Ukraine.
5. Bulat, A.F., Zvyagilskiy, E.L., Bokiy, B.V., Radchenko, V.V., Yashchenko, I.A., Efremov, I.A., Toporchin, O.S., Bunko, T.V., Krasnik, V.G. and Kokoulin, I.Ye. (2005), *Sovershenstvovanie ventilyatsii i degazatsii ugolnykh shakht* [Perfection of ventilation and degassing of coal mines], Dnepropetrovsk, Ukraine.

Об авторах

Бунько Татьяна Викторовна, доктор технических наук, старший научный сотрудник, старший научный сотрудник в отделе проблем разработки месторождений на больших глубинах, Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова Национальной академии наук Украины (ИГТМ НАН Украины), Днепр, Украина, bunko2017@ukr.net.

Новиков Леонид Андреевич, магистр, младший научный сотрудник в отделе проблем разработки месторождений на больших глубинах, Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова Национальной академии наук Украины (ИГТМ НАН Украины), Днепр, Украина, inov710@gmail.com.

Мирошниченко Вадим Владимирович, магистр, начальник отдела вентиляции и дегазации Департамента по техническому развитию Дирекции по добыче угля ДТЭК ЭНЕРГО, Киев, Украина, miroshnichenkovi@stek.com.

Кокюлин Иван Евгеньевич, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, старший научный сотрудник в отделе проблем разработки месторождений на больших глубинах, Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова Национальной академии наук Украины (ИГТМ НАН Украины), Днепр, Украина, bunko2017@ukr.net.

About the authors

Bunko Tatyana Viktorovna, Doctor of Technical Sciences (D.Sc.), Senior Researcher, Senior Researcher in Department of problems of underground mines in great depths, M.S. Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics under the National Academy of Sciences of Ukraine (IGTM, NASU), Dnepr, Ukraine, bunko2017@ukr.net.

Novikov Leonid Andreevich, Master of Science (M.Sc.), Junior Researcher in Department of Mineral Mining at Great Depths, M.S. Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics under the National Academy of Sciences of Ukraine (IGTM, NASU), Dnepr, Ukraine, lnov710@gmail.com.

Miroshnichenko Vadim Vladimirovich, Master of Science (M.Sc.), Head of Ventilation and Degassing group Technical Development Department of Coal Production directorate DFEK Energy, Kiev, Ukraine, miroshnichenkovvl@dtek.com.

Kokoulin Ivan Yevgeniyevich, Candidate of Technical Sciences (Ph.D), Senior Researcher, Senior Researcher in Department of problems of underground mines in great depths, M.S. Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics under the National Academy of Sciences of Ukraine (IGTM, NASU), Dnepr, Ukraine, bunko2017@ukr.net.

Анотація. Розглянуто питання видалення з шахти техногенного метану засобами вентиляції і дегазації. Показано, що із збільшенням глибини гірничих робіт, підвищенням метановості вугільних пластів і вміщуючих порід і ускладненням у зв'язку з цим способів і засобів дегазації ділянка профілактичних робіт з техніки безпеки не може ефективно суміщати роботи з дегазації з іншими покладеними на неї обов'язками. Запропоновано організувати на вугільних шахтах із складними системами дегазації окремі структурні підрозділи – ділянки дегазації, сформульовані вимоги до їх складу, посадових інструкцій, прав і обов'язків персоналу, і охарактеризовано підготовлений в ІГТМ НАН України нормативний документ Міністерства енергетики та вугільної промисловості України «Ділянка дегазації вугільної шахти. Порядок створення і функціонування». Виходячи з умов проведення дегазації на ряді шахт Донецької паливно-енергетичної компанії, обґрунтовано доцільність продовження робіт із створення цього нормативного документа і упровадження його на окремих шахтах компанії.

Ключові слова: вугільна шахта, техногенний метан, дегазація, ділянка дегазації, нормативний документ.

Abstract. The questions of technogenic methane deleting from the mine by facilities of ventilation and degassing were considered. It was shown that with the increase of mine works depth, methane-bearing capacity of coal layers and containing breeds, and complication in this connection of methods and facilities of degassing, the area of prophylactic works on accident prevention can not effectively combine work on degassing with other duties. It was suggested to organize on coal mines with the difficult systems of degassing separate structural subdivisions – areas of degassing, the requirements to their composition, post instructions, rights and duties of personnel were formulated, and prepared in IGTM NAS of Ukraine normative document of Ministry of energy and coal industry of Ukraine «Area of degassing of coal mine. Order of creation and functioning» was characterized. According to the terms of conducting degassing on mines of the Donetsk fuel and energy company, expedience of works continuation on creation of this normative document and introduction of him on the separate mines of company was grounded.

Keywords: coal mine, technogenic methane, degassing, area of degassing, normative document.

Статья поступила в редакцию 12.03.2017

Рекомендовано к публикации д-ром техн. наук Минеевым С.П.