

DOI: 10.26730/1999-4125-2018-4-99-104

УДК 628.511

ПРОБЛЕМЫ ПЫЛЕОБРАЗОВАНИЯ И МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ И ЭКОЛОГИЧНОСТИ РАЗРАБОТКИ УГОЛЬНЫХ МЕСТО-РОЖДЕНИЙ

DUST FORMATION PROBLEMS AND MEASURES TO ENSURE LABOUR PRO-TECTION AND ECOLOGICAL SAFETY IN DEVELOPMENT OF COAL DEPOSITS

Стародубов Алексей Николаевич^{1,2}

канд. техн. наук, e-mail: st_a_n@mail.ru

Alexey N. Starodubov^{1,2}, Ph.D.

Кравцов Владимир Павлович¹

ведущий инженер, e-mail: kravtsov@kemsc.sbras.ru

Vladimir P. Kravtsov¹, leading engineer

Зиновьев Василий Валентинович^{1,2},

к.т.н., e-mail: zvv@coal.sbras.ru

Vasilii V. Zinoviev^{1,2}, Ph.D.

¹Институт угля ФИЦ УУХ СО РАН, 650000, Россия, г. Кемерово, пр. Ленинградский, 10
Institute of Coal FRC CCC SB RAS

²Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева, 650000, Россия, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28
T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, 28 street Vesennyaya, Kemerovo, 650000, Russian Federation

Аннотация: В работе проведен анализ причин и источников возникновения угольной пыли при подземной разработке угольных месторождений. Обобщены негативные влияния повышенной её концентрации на здоровье подземных рабочих и развитие у них заболеваний органов дыхания. Приведены примеры аварийных ситуаций с участием угольной пыли. Указаны факторы, влияющие на взрываемость угольной пыли. Приведены основные применяемые на сегодняшний день мероприятия для предотвращения возникновения взрывоопасных концентраций в горных выработках. Рассмотрены особенности применения методов отсоса запыленного воздуха в местах пылеобразования, предварительного увлажнения угля в массиве, методов орошения с применением разного типа форсунок, а также систем вентиляции шахты. Показана важность разработки эффективных систем пылеподавления и защиты работников как для подземной разработки угольных месторождений в целом, так и в случае технологий с выпуском подкровельной толщи угля на забойный конвейер.

Ключевые слова: подземная разработка угольных месторождений, угольная пыль, взрываемость, пылеподавление, угледобыча.

Abstract: This article analyses the reasons and sources of coal dust generation in mining process. High concentration impacts miners' health and, in some cases, it becomes the reason of incidents. There are modern ways of coal dust suppression. The most important ways of reduction of dangerous dust concentrations are shown. This paper describes the importance of development of effective dust suppression systems. The article reviews special features of applying extraction of dusted air in the spots of dust generation; irrigation methods using different nozzles, and ventilation systems. It is necessary to develop effective systems for coal dust suppression, especially when applying technologies with roof coal drawing to the face conveyor.

Key words: underground coal deposits development, coal dust, explosibility, dust suppression, coal mining.

Уголь в наши дни является очень востребованным твёрдым горючим ископаемым. Добыча угля в России в 2016 году выросла на 3,2% по сравнению

с 2015 и составила 385,4 млн. тонн угля. Снижение цен на уголь не вызвало падение спроса, а наоборот в 2016 году РФ увеличила экспорт на 9%. Поставки

угля за рубеж составили 165 млн. тонн. По предварительным данным на конец 2017 года объёмы добычи сохранили рост [1]. Увеличение объемов производства невозможно без разработки и применения современных инженерных решений. Процесс добычи, транспортировки и переработки угля требует непрерывного контроля и решения различных задач, среди которых постоянного внимания требует вопрос улавливания угольной пыли. Угольная пыль образуется на всех стадиях угледобычи: измельчение горного массива комбайнами при бурении, перегрузка между конвейерами, выдача угля на поверхность.

Повышенная концентрация пыли, обусловленная ее дополнительным поступлением из массива подкровельной толщи при выпуске угля на конвейер, в очистном забое опасна для здоровья людей, снижает видимость и может привести к возникновению аварийных ситуаций. Так же многие применяемые комплексы с выпуском подкровельной толщи на забойный конвейер требуют принудительного разрыхления угля. При этом, выпуск сопровождается значительным пылеобразованием.

Вдыхание любой неорганической пыли и некоторых видов органической при высокой степени запылённости может привести к развитию серьёзных заболеваний органов дыхания у подземных рабочих, таких как пневмокониоз, пневмофиброз, фибриоз и силикоз. Степень опасности пыли определяется не только её дисперсным составом, но и общей концентрацией пыли на рабочих местах. В связи с этим контроль за соблюдением норм ПДК осуществляется по общей массе пыли, а не по какому-либо содержащемуся в ней компоненту. Это необходимо учитывать при сравнении российских методов контроля с зарубежными. Поскольку профессиональная патология развивается постепенно, нормирование пыли выполняется по среднесменным концентрациям. При необходимости проведения текущего контроля производятся замеры максимальноразовых концентраций [2]. К осложнениям пневмокониозов отнесены: туберкулёз, пневмония, бронхоэктатическая болезнь, неоплазма, бронхиальная астма, ревматоидный артрит, спонтанный пневмоторакс, уплотнение и изменение структуры корней лёгких. Разновидностью пневмокониоза от воздействия углеродосодержащей пыли (каменного угля, кокса, сажи) является карбокониоз. [3].

Государственный контроль за соблюдением требований безопасности угледобывающими предприятиями осуществляет Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору в рамках Приказа Ростехнадзора от 11 декабря 2013 г. №599 «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности при проведении горных работ и переработке твёрдых полезных ископаемых» (Зарегистрирован в Минюсте России 02.07.2014 № 32935). Согласно ст. 55 Приказа

№599, в проектной документации должны предусматриваться системы вентиляции, газоочистки, пылеулавливания и кондиционирования воздуха, обеспечивающие состав воздушной среды на рабочих местах, соответствующий всем санитарным нормам.

Принято считать, что причиной взрыва на шахтах выступает высокое содержание метана в воздухе. Но помимо крайне негативного воздействия на здоровье шахтеров, повышенная концентрация угольной пыли так же может стать причиной взрыва, и как следствие, унести жизни персонала. Взрыв угольной пыли является следствием воспламенения выделяющихся при нагревании пыли летучих газов, вступающих в реакцию с кислородом среды, в которой пыль находится [4]. На взрываемость угольной пыли влияют такие факторы, как содержание летучих веществ, зольность, влажность, дисперсный состав. Наибольшая вероятность возникновения взрыва наблюдается при массовой доли частиц пыли размером 10-70 мкм в диапазоне от 10 до 20% масс.

Взрываемость угольной пыли определяется как физическими свойствами угля, так и горнотехническими условиями разработки пласта, при которых возможно протекание взрыва [5]. К физическим свойствам относятся: стадия метаморфизма угля, количественно выражаемая выходом летучих веществ, содержание золы и влаги в угле, дисперсность витающей и отложившейся угольной пыли.

К горнотехническим условиям относятся: концентрация взвешенной и отложившейся угольной пыли в горной выработке, источник воспламенения, содержание метана в атмосфере. Концентрация взвешенной пыли определяется в свою очередь технологией добычи угля и мероприятиями по пылеподавлению [6]. Так, например, установлено, что количество выделяющейся пыли при отбойке угля проходческими и добычными комбайнами может достигать 65 % от общего ее количества, а при обрушении угля – до 25 % [7].

Для предотвращения возникновения взрывоопасных концентраций в горных выработках, а также в местах транспортировки угля проводится ряд мероприятий по пылеулавливанию. К ним относятся:

- применение современной техники, обеспечивающей минимальное образование пыли при добыче ископаемого;
- увлажнение угольного пласта перед началом работ;
- применение эффективных схем орошения пласта, исполнительных органов комбайнов и врубовых машин, крепи при её передвижении, конвейера, мест перегрузки угля, а также орошение осевшей в выработке пыли;
- снижение скорости вращения рабочего органа комбайна;
- контроль состояния резцов угольных комбайнов и своевременная замена зубьев;

- плановая очистка откаточных и вентиляционных выработок от пыли;
- организация схем проветривания выработок, при которых часть пыли перемещается потоком воздуха из рабочей зоны.

Широкое применение получил метод отсоса запыленного воздуха в местах пылеобразования: место работы угледобывающего комбайна, транспортных лент, дробилок, места перегрузок угольной массы). Не менее востребован способ очистки воздуха пылеотделителями и фильтрами.

Предварительное увлажнение угля в массиве применяется при проведении подготовительных выработок комбайнами избирательного действия по пластам средней мощности и мощным. Ведение работ по добыче угля по неувлажненному массиву допускается лишь в случаях, если нагнетание жидкости в пласт приведет к ухудшению условий труда и снижению безопасности проведения работ; если содержание пыли в воздухе не превышает предельно допустимых норм; либо если выполнение работ по увлажнению пласта невозможно по горно-технологическим или горнотехническим условиям. Нагнетание жидкости в угольные пласты следует производить через скважины, пробуренные из примыкающих к очистной выработке подготовительных, подэтажных, полевых или пройденных по соседнему пласту выработок или через скважины или шпуров, пробуренные из очистной выработки (согласно Руководству по борьбе с пылью и пылевзрывозащите на угольных и сланцевых шахтах / Нормативно-технический документ Минуглепром СССР, 26.04.1990). С другой стороны, предварительное увлажнение ограничено такими факторами, как низкая пористость и влагоёмкость угля. Также такое увлажнение может спровоцировать значительное снижение коэффициента прочности по шкале Протодьяконова более, чем на 20% [8].

Наряду с предварительным увлажнением массива широкое применение получило увлажнение форсунками, установленными на рабочий орган комбайна, подающими воду на границу пласта, подвергающуюся разрушению резцами комбайна. Значение этого метода сложно переоценить, поскольку в зависимости от типа форсунки и величины давления воды возможно не только значительно снизить пылеобразование, но и контролировать направление потока угольных частиц. Для повышения эффективности орошения в воду добавляют поверхностно-активное вещество. Следует отметить, что повышенное давление может наоборот спровоцировать увеличение концентрации угольной пыли в рабочей зоне.

На погрузочных и перегрузочных пунктах применяются укрывные конструкции и водо-воздушные эжекторы, принцип которых основан на всасывании запыленного воздуха за счет разряжения, создаваемого водяным факелом форсунки. Угольная пыль, соединяясь с водой, образует шламовидную смесь [9].

При работах по бурению шпуров помимо сухого пылеулавливания и орошения применяется подача воды по осевому каналу буровых штанг через отверстия в буровой коронке в зону разрушения.

Самую высокую степень взрывчатости имеют мелкие частицы угольной пыли, которые подолгу остаются в воздухе, длительное время не оседают и вновь заполняют пространство выработки при возобновлении работ или при малейшем на них воздействии [10]. Поэтому важнейшую роль при выполнении подземных работ выполняет система вентиляции шахты. Поток чистого воздуха правильно спроектированной вентиляции стоит рассматривать не только, как средство обеспечения им работников шахты, но и в качестве эффективного пылеулавливающего инструмента. Используют вентиляционные системы двух типов: нагнетающая и всасывающая. Схема работы нагнетающей системы заключается в том, что поток очищенного воздуха по трубам подается к месту образования угольной пыли, захватывает частицы и перемещает их в обратную сторону через основное пространство выработки. При том, что такой метод вентиляции является эффективным, он содержит ряд недостатков – так как пыль направляется по выработке, в поле её агрессивного воздействия оказываются шахтеры, задействованные в работах по транспортировке угля и укреплению кровли.

Принцип работы всасывающей вентиляционной системы основан на том, что чистый воздух движется к месту разрушения пласта непосредственно по выработке. Достигнув конечной точки, он перемешивается с пылью и метаном и перемещает загрязненный воздух к отверстиям всасывающей вентиляционной системы. Преимуществом использования данной системы является то, что все шахтеры, задействованные в данной выработке, постоянно пребывают в потоке очищенного воздуха. Также при данной схеме вентиляции обеспечиваются наилучшие условия видимости, поскольку в основном пространстве выработки нет пылевого облака, рассеивающего световые лучи [11].

Система горных выработок также обладает высоким уровнем запылённости. Необходимы мероприятия по обеспыливанию потоков воздуха, проходящих по всей сети выработок. Их обеспыливание осуществляют водяными и туманообразующими завесами, водовоздушными эжекторами, пылеулавливающими установками и лабиринтно-тканевыми завесами. Размер частиц воды в туманообразующих завесах находится в диапазоне от 10 до 50 мкм. Это способствует длительному удержанию водо-воздушной завесы в воздухе. Образование тумана обеспечивается за счёт подачи воды и сжатого воздуха под высоким давлением.

На сегодняшний день применение комплекса пылеулавливающих систем не обеспечивает полного отсутствия угольной пыли в выработке.

Работа таких систем позволяет удалить из воздуха лишь основную часть, достигнув неопасных количеств. В связи с этим на всех горнодобывающих предприятиях обязательно применяются индивидуальные средства защиты. В Российской Федерации обязанность работодателя обеспечивать работников средствами индивидуальной защиты закреплена в ст. 219 ТК РФ «...обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с требованиями охраны труда за счет средств работодателя» («Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30.12.2011 № 197-ФЗ (ред. от 05.02.2018). Статья 219. Право работника на труд в условиях, отвечающих требованиям охраны труда). Защита органов дыхания шахтёров осуществляется с помощью респираторов. Первый респиратор был разработан в 1799 году А. Гумбольдом. В сентябре 1987 года в США Национальный Институт Охраны Труда (NIOSH) выпустил руководство по респираторной защите в промышленности, где были изучены все типы респираторов, применяющихся не только в горнодобывающей промышленности, а на всех видах производств и даны рекомендации по области их применения, продолжительности срока службы, периодичности замены фильтров, утилизации респираторов. При испытаниях в лабораторных условиях респираторы показывали хорошие результаты по очистке воздуха и до этого момента считалось, что эффективность респираторов в производственных условиях не будет существенно отличаться, однако это оказалось не так. Во время работы респиратор часто сползает, изгибается и начинает неплотно прилегать, не обеспечивая необходимой защиты [12].

Анализ существующих комплексных систем шахтных вентиляций показал, что существующие системы не обладают требуемой эффективностью. Горнодобывающая промышленность развивается,

наращивая темпы добычи твёрдых горючих ископаемых, и в этих условиях всё большее значение приобретает вопрос безопасной добычи. Вопрос борьбы с угольной пылью является одним из важнейших, непрерывно требует новых технологий и совершенствования существующих. Недостаточное внимание к концентрации угольной пыли в забое может стать причиной взрыва, унести жизни людей. Также как и длительное воздействие пыли на работников шахты может спровоцировать серьезные неизлечимые заболевания. На мировом энергетическом рынке Российская федерация выступает в роли полноправного государства-участника, всё дальше уходя от репутации ресурсоснабжающей страны. Именно поэтому законодательная власть будет постоянно ужесточать требования к безопасности людей на производствах, вводить новые законы и нормы. Этот фактор также определяет перспективность развития новых направлений, среди которых находится пылеулавливание на горнодобывающих предприятиях.

При выполнении прикладных научных исследований по «Разработке технологии эффективного освоения угольных месторождений роботизированным комплексом с управляемым выпуском подкровельной толщи» [13,14] в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы» планируется разработка эффективного способа отработки и механизированной крепи с управляемым роботизированным выпуском подкровельной толщи угля на забойный конвейер, применение которых, совместно с дополнительными мероприятиями по пылеподавлению позволит значительно снизить концентрацию пыли, что приведёт к снижению опасности для здоровья людей и возникновения аварийных ситуаций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жданова, И. Добыча угля в России в 2016 году выросла на 3,2 процента / Российская газета, выпуск от 02.01.2017. Москва – 2017.
2. Чеботарёв А.Г., Пылевой фактор и патология органов дыхания работников горнодобывающих предприятий / А.Г. Чеботарёв // Журнал «Горная Промышленность» №3, 2012, с. 24-27.
3. Бабанов, С.А. Пневмокониозы от воздействия производственной пыли различной степени фиброгенности / С.А. Бабанов, П.В. Гайлис // Трудный пациент. Журнал для врачей. Самара, 2010. URL: <http://t-patient.ru/articles/6556/>
4. Демидов, П.Г. Горение и свойства горючих веществ / П.Г. Демидов, В.С. Саушев // учебное пособие. – Москва: Высшая инженерная пожарно-техническая школа МВД СССР, 1975. – 280 с.
5. Романченко, С. Б. Пылевая динамика в угольных шахтах / С. Б. Романченко, Ю. Ф. Руденко, В. Н. Костеренко. – Москва: Изд-во «Горное дело», 2011. – 256 с.
6. Комплексное обеспыливание / С.Б. Романченко, А.Н. Тимченко, В.Н. Костеренко, Г.А. Поздняков, Ю.Ф. Руденко, В.Б. Артемьев, К.Н. Копылов - М.: Изд-во "Горное дело" ООО "Киммерийский центр", 2016. - 288 с.: табл., ил. - (Серия "Библиотека горного инженера". Т. 6 "промышленная безопасность". Кн. 8
7. Ning, Shi. Application of Longwall Top Coal Caving in Challenging Geological Conditions / Shi Ning, Huang Zhizeng // Proceedings of the World Congress on Mechanical, Chemical and Material Engineering (MCM 2015) Barcelona, Spain . – July 20 – 21. – 2015. – 354 p.
8. Николин, В.И. Прогнозирование и устранение выбросоопасности при разработке угольных

месторождений / В.И. Николин, М.П. Васильчук. – Липецк: Липецкое издательство Роскомпечати 1997. – 496 с.

9. Коршунов, Г.И. Эффективность применения поверхностно-активных веществ для борьбы с угольной пылью / Г.И. Коршунов, Е.В. Мазаник, А.Х. Ерзин, А.В.Корнев // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – Москва: Машиностроение, 2014. – с. 55-61.

10.Бакланов А.М. Наноаэрозольная фракция в техногенной угольной пыли и ее влияние на взрывоопасность пыле-метано-воздушных смесей / А. М. Бакланов, С.В. Валиулин, С. Н. Дубцов, В. В. Замаши-ков, В.И. Клишин, А. Э. Конторович, А. А. Коржавин, А. А. Онищук, Д. Ю. Палеев, П.А. Пуртов // Доклады академии наук. – 2015. – Т. 461. – № 3. – С. 1–5.

11.Jay F. Colinet, James P. Rider, Jeffrey M. Listak, John A. Organiscak, Anita L. Wolfe / Best Practices for Dust Control in Coal Mining / Information Circular 9517 / DHHS (NIOSH) Publication No. 2010-110 / Pittsburgh – January 2010.

12.Nansy J. Bollinger, Robert H. Shultz / Guide of National Institute for Occupational Safety and Health to Industrial Respiratory Protection // US Department of Health and Human Services. September 1987.

13.Клишин, В.И. Инновационный путь развития наукоемкой технологии сплошной разработки мощных угольных пластов механизированными комплексами / В.И. Клишин, М.В. Курленя // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2008. – ОБ № 7. Кузбасс. – С. 210-222.

14.Клишин В.И. Обеспечение безопасной подземной угледобычи / В.И. Клишин // Промышленная безопасность предприятий минерально-сырьевого комплекса в XXI веке. Том 2: Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2017. -№4 (специальный выпуск 5-2). –с.68-79

REFERENCES

1. Zhdanova, I. Dobycha uglya v Rossii v 2016 godu vyroslo na 3,2 protsenta / Rossiyskaya gazeta, vypusk ot 02.01.2017. Moskva – 2017.

2. Chebotarev A.G., Pylevoy faktor i patologiya organov dykhaniya rabotnikov gornodobyvayushchikh predpriyatiy / A.G. Chebotarev // Zhurnal «Gor-naya Promyshlennost'» №3, 2012, s. 24-27.

3. Babanov, S.A. Pnevmoniozy ot vozdeystviya proizvodstvennoy pyli raz-lichnoy stepeni fibrogennosti / S.A. Babanov, P.V. Gaylis // Trudnyy patsient. Zhur-nal dlya vrachev. Samara, 2010. URL: <http://t-pacient.ru/articles/6556/>

4. Demidov, P.G. Gorenje i svoystva goryuchikh veshchestv / P.G. Demidov, V.S. Sa-ushev // uchebnoe posobie. – Moskva: Vysshaya inzhenernaya pozharno-tekhnicheskaya shkola MVD SSSR, 1975. – 280 s.

5. Romanchenko, S. B. Pylevaya dinamika v ugol'nykh shakhtakh / S. B. Romanchenko, Yu. F. Rudenko, V. N. Kosterenko. – Moskva: Izd-vo «Gornoe delo», 2011. – 256 s.

6. Kompleksnoe obespylivanie / S.B. Romanchenko, A.N Timchenko, V.N. Koste-renko, G.A. Pozdnyakov, Yu.F. Rudenko, V.B. Artem'ev, K.N Kopylov - M.: Izd-vo "Gor-noe delo" OOO "Kimmeriyskiy tsentr", 2016. - 288 s.: tabl., il. - (Seriya "Biblioteka gornogo inzhenera". T. 6 "promyshlennaya bezopasnost'". Kn. 8

7. Ning, Shi. Application of Longwall Top Coal Caving in Challenging Geological Conditions / Shi Ning, Huang Zhizeng // Proceedings of the World Congress on Mechanical, Chemical and Material Engineering (MCM 2015) Barcelona, Spain . – July 20 – 21. – 2015. – 354 r.

8. Nikolin, V.I. Prognozirovaniye i ustraneniye vybrosoopasnosti pri razra-botke ugol'nykh mestorozhdeniy / V.I. Nikolin, M.P. Vasil'chuk. – Lipetsk: Lipetskoe izdatel'stvo Roskompechaty 1997. – 496s.

9. Korshunov, G.I. Effektivnost' primeneniya poverkhnostno-aktivnykh ve-shchestv dlya bor'by s ugol'noy pyl'yu / G.I. Korshunov, E.V. Mazanik, A.Kh. Erzin, A.V.Kornev // Gornyy informatsionno-analiticheskiy byullet-en' (nauchno-tekhnicheskii zhurnal). – Moskva: Mashinostroeniye, 2014. – s. 55-61.

10. Baklanov A.M. Nanoaerazol'naya fraktsiya v tekhnogennoy ugol'noy pyli i ee vliyanie na vzryvoopasnost' pyle-metano-vozdushnykh smesey / A. M. Baklanov, S.V. Valiulin, S. N. Dubtsov, V. V. Zamashchikov, V.I. Klishin, A. E. Konторович, А. А. Коржавин, А. А. Онисчук, Д. Ю. Палеев, П.А. Пуртов // Doklady akademii nauk. – 2015. – Т. 461. – № 3. – С. 1–5.

11. Jay F. Colinet, James P. Rider, Jeffrey M. Listak, John A. Organiscak, Anita L. Wolfe / Best Practices for Dust Control in Coal Mining / Information Circular 9517 / DHHS (NIOSH) Publication No. 2010-110 / Pittsburgh – January 2010.

12. Nansy J. Bollinger, Robert H. Shultz / Guide of National Institute for Occupational Safety and Health to

Industrial Respiratory Protection // US Department of Health and Human Services. September 1987.

13. Klishin, V.I. Innovatsionnyy put' razvitiya naukoemkoy tekhnologii sploshnoy razrabotki moshchnykh ugol'nykh plastov mekhanizirovannymi kompleksami / V.I. Klishin, M.V. Kurlenya // Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten' (nauchno-tekhnicheskiy zhurnal). – 2008. – OV № 7. Kuzbass. – S. 210-222.

14. Klishin V.I. Obespechenie bezopasnoy podzemnoy ugledobychi / V.I. Klishin // Promyshlennaya bezopasnost' predpriyatiy mineral'no-syr'evogo kompleksa v XXI veke. Tom 2: Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'. – 2017. -№4 (spetsi-al'nyy vypusk 5-2). –s.68-79

Поступило в редакцию 11.10.2018

Received 11 October 2018