

Valeriy Grishin
Konstantin Kolikov
Natalia Udalova
Natalia Lubenska

Problems and Prospects of Using Ash and Slag Waste in Russia, Taking into Account European Experience

Taking into account the energy balance trends, there is an urgent need for ecologization of coal-fired generation. The paper discusses the development of legal frame base in the field of ash and slag waste management. The main provisions of the program "Energy Efficiency and Development of Energy", contemporary challenges and threats to the environmental safety of the Russian Federation according to the "Strategy for the En-

vironmental Safety of the Russian Federation for the Period until 2025" and the current situation in the field of generation and processing of ash and slag waste have been analyzed and compared with the world praxis of utilization of ash and slag waste. Learning the international experience in the field of waste management is a pre-requisite for solving the problem of ash and slag waste in Russia.

Perspektiven und Probleme bei der Verwendung von Asche- und Schlackenabfällen in Russland unter Berücksichtigung europäischer Erfahrungen

Die dringende Notwendigkeit einer umweltgerechten Energieerzeugung aus Kohle wird durch die aktuellen Energiebilanzrends nachgewiesen und begründet. Darauf aufbauend diskutiert der vorliegende Artikel die Entwicklung gesetzlicher Regularien für den Umgang mit Aschen und Schlacken. Hierbei werden die wichtigsten Bestimmungen des Programms „Energieeffizienz und Energieentwicklung“ berücksichtigt und mit den aktuellen Herausforderungen und Bedrohungen für die Umweltsicherheit der Russischen Föderation durch die aktuelle Situation auf diesem Gebiet der Erzeugung und Verarbeitung von Asche- und

Schlackenabfällen in dem Programm „Strategie für die Umweltsicherheit der Russischen Föderation für den Zeitraum bis 2025“ korreliert. Analogien zu den weltweiten Erfahrungen bei der Entwicklung von Rechtsmechanismen für die Verwertung von Asche- und Schlackenabfällen werden vorgestellt. Eine der wichtigsten Bestimmungen zur erfolgreichen Lösung dieses Problems ist die Berücksichtigung internationaler Erfahrungen auf dem Gebiet der Abfallwirtschaft, wodurch nicht nur die Zeit für die ökologische Gestaltung verkürzt wird, sondern auch potentielle Gefahren minimiert werden können.

During the past ten to fifteen years, the negative attitude towards coal generation energy has significantly increased. So the forecast of the total consumption of primary energy, published in 2009 as stated in (1), suggested significant growth by 2050, primarily due to emerging countries, especially China, India and other Asian countries. According to the first three scenarios ("Inertial", "Expensive energy resources" and "Sustainable development"), consumption should increase almost three times by 2050, reaching 30 bn t of oil equivalent, and according to the fourth ("Stabilization of concentration") – more than 3.6 times. Coal production growth was predicted for all scenarios for the development of world production and energy consumption until 2025, and in a number of scenarios its share in the energy balance also increased significantly. In the period from 2025 to 2050, under two scenarios, a decrease in the rate of growth in

In den letzten zehn bis fünfzehn Jahren hat die negative Einstellung zur Energieerzeugung aus Kohle erheblich zugenommen. Die im Jahr 2009 veröffentlichte Prognose für den Gesamtverbrauch an Primärenergie (1) deutete daher auf ein signifikantes Wachstum bis 2050 hin. Dieses ist darauf zurückzuführen, dass sich der gesamte asiatische Raum und insbesondere Schwellenländer wie China und Indien sehr stark industriell entwickeln. Der Verbrauch sollte sich den ersten drei Entwicklungsszenarien („Trägheit“, „teure Energieressourcen“ und nachhaltige Entwicklung“) entsprechend bis 2050 verdreifachen und 30 Mrd. t Öläquivalent erreichen. Bis zum Erreichen der vierten Stufe (Stabilisierung der Konzentration) soll sich der Verbrauch an Primärenergie um mehr als das 3,6-fache erhöhen. Für alle Szenarien bei der Entwicklung der weltweiten Produktion und des weltweiten Energieverbrauchs wurde bis 2025 ein Wachstum der Kohlepro-

coal production was supposed to be 3 to 4 % to 2.3 to 2.5 % and in two, the consumption decreased by 0.6 to 4.5 %.

The forecast for 2019 (2) only under the “Conservative” development scenario implies an increase in the consumption of primary energy from coal generation, according to the other two (Innovation and Energy Transition), a decrease in consumption is forecasted. At the same time, the share of coal generation is reduced from 28 % in 2015 down to 23 in 2015 and even 19 % in 2040.

However, despite intensive diversification of the fuel and energy balance, coal generation retains a huge role. It should be noted that the negative consequences for the coal industry, if not completely, then in many ways, can be compensated by the development of technologies for the high effective processing of coal and the ecological technologies for coal mining and electricity generation from coal power plants. It must be added that the optimism associated with the widespread introduction of alternative types of energy is not sufficiently substantiated, which is also confirmed by the history of the development of nuclear energy. Thus, issues of ecological approaches for coal mining technologies and coal-fired electricity generation come to the fore.

The main source of waste generation in the energy sector is coal and lignite, which are mainly used in thermal power plants (TPP). Moreover, they are usually supplied with coal of lower quality than other consumers. TPP is one of the most powerful environmental pollutants from coal combustion waste (ash, slag, carbon oxides, sulfur, nitrogen and other pollutants). At the present moment TPP of the Russian Federation have accumulated about 1.8 bn t of ash and slag, while about 25 to 30 Mt are produced annually, about 28.000 ha of land are alienated for ash and slag ponds. 172 ash and slag ponds (hydraulic constructions) of 350 power plants have already used the available reserve for the accumulation of ash and slag. The level of ash and slag utilization does not exceed 15 to 20 %. Currently, more than 80 % ash and slag wastes go to the ash ponds, which negatively affects the environmental situation in the country. This includes a high demand for areas that could be used for their intended purpose, the risk of dam breaking, soil contamination under the ash pond, and the risk of contamination of the groundwater horizon as a result of insufficient insulation of the structure. In addition to negative environmental and public health effects, the economic factor associated with the construction and operation of such hydraulic structures should be taken into account.

In accordance with the legislation of the Russian Federation, ash and slag are considered as wastes. The legislative definition of ash and slag as waste leads to the creation of barriers to their beneficial use. This will further facilitate their storage at the ash and slag ponds, stimulating the unjustified continuation of environmental pollution. This is of particular relevance for the eastern regions of Russia, where coal generation predominates in the energy structure.

A significant change in the environmental legislation of the Russian Federation due to the adoption of Federal Law No. 219-FZ of 21st July 2014 on amendments to the Federal Law “On Environmental Protection”, which entered into force on 1st January 2015, should contribute to the solution of the problem of handling ash and slag waste.

duktion und eine Steigerung des Anteils an der Energiebilanz prognostiziert. Im Zeitraum von 2025 bis 2050 unterstellen zwei Szenarien einen Rückgang des Wachstums der Kohleproduktion um 3 bis 4 % auf 2,3 bis 2,5 % und in zwei Fällen geht man von einer Verringerung des Verbrauchs um 0,6 auf 4,5 % aus.

Die Prognose für 2019 (2) geht nur im Rahmen eines konservativen Entwicklungsszenarios von einem Anstieg des Primärenergieverbrauchs aus der Kohleverstromung aus. Auf der Basis von Innovation und der Energiewende wird dagegen ein Rückgang des Verbrauchs prognostiziert. Gleichzeitig reduziert sich der Anteil der Kohle an der Primärenergieerzeugung von 28 % im Jahr 2015 auf 19 % im Jahr 2040.

Trotz intensiver Diversifizierung der Brennstoff- und Energiebilanz spielt die Kohleverstromung nach wie vor eine große Rolle. Es ist anzumerken, dass die negativen Auswirkungen auf den Steinkohlenbergbau zwar nicht vollständig, in vielerlei Hinsicht dennoch zumindest teilweise durch die Entwicklung neuer ökologischer Technologien im Bereich der Kohlegewinnung und -verstromung ausgeglichen werden können. Darüber hinaus ist der weitverbreitete Optimismus in Zusammenhang mit der Einführung alternativer bzw. regenerativer Energieerzeugung nicht substanziell genug, was letztendlich auch durch die Geschichte der Entwicklung der Kernenergie bestätigt wird. Demzufolge treten Fragen zu ökologischen Ansätzen bei der Kohlegewinnung und der Stromerzeugung aus Kohle in den Vordergrund.

Die überwiegend in Wärmekraftwerken (Thermal Power Plants – TPP) genutzten Braun- und Steinkohlen sind Haupterzeuger der Abfälle im Energiesektor. Diese Kraftwerke werden überdies mit geringwertigeren Kohlen versorgt, als andere Verbraucher. Die Wärmekraftwerke gehören zu den stärksten Schadstoffproduzenten. Die Verbrennungsrückstände bestehen aus Aschen, Schlacken, Kohlenoxiden, Schwefel, Stickstoff und anderen Schadstoffen. Gegenwärtig haben die TPP's der Russischen Föderation etwa 1,8 Mrd. t Aschen und Schlacken angesammelt. Jährlich kommen etwa 25 bis 30 Mio. t dazu. Etwa 28.000 ha Land werden für Asche- und Schlackenteiche zweckentfremdet. Mit 172 Aschen- und Schlackenteichen (Hydraulikkonstruktionen) von 350 Kraftwerken sind die verfügbaren Reserven für die Deponierung von Asche und Schlacke bereits ausgeschöpft. Der Nutzungsgrad von Aschen und Schlacken liegt bei 15 bis 20 %. Mehr als 80 % der Asche- und Schlackenabfälle gelangen derzeit in die Spülkippen. Das wirkt sich sehr negativ auf die Umweltsituation des Landes aus. Weiterhin resultiert eine hohe Nachfrage nach Bereichen, die für Spülkippen zur Deponierung der Kraftwerksabfälle genutzt werden können. Damit einher gehen erhöhte Risiken von Dammbürchen, Bodenverunreinigungen und der Verunreinigung des Grundwasserhorizonts aufgrund einer unzureichenden Abdichtung der Spülteiche. Neben den negativen Auswirkungen auf die Umwelt und die Gesundheit spielen aber auch wirtschaftliche Faktoren eine Rolle, die mit dem Bau und Betrieb solcher Spülkippen verbunden sind.

Asche und Schlacken sind gemäß Gesetzgebung der Russischen Föderation Abfälle. Diese gesetzliche Definition führt zu Problemen bei der Nutzung von Aschen und Schlacken, sodass die Deponierung in Spülteichen weiter priorisiert und damit die Umweltverschmutzung weiter gefördert wird. Dies gilt insbesondere für die östlichen Regionen Russlands, in denen die Kohleverstromung bei der Energieerzeugung überwiegt.

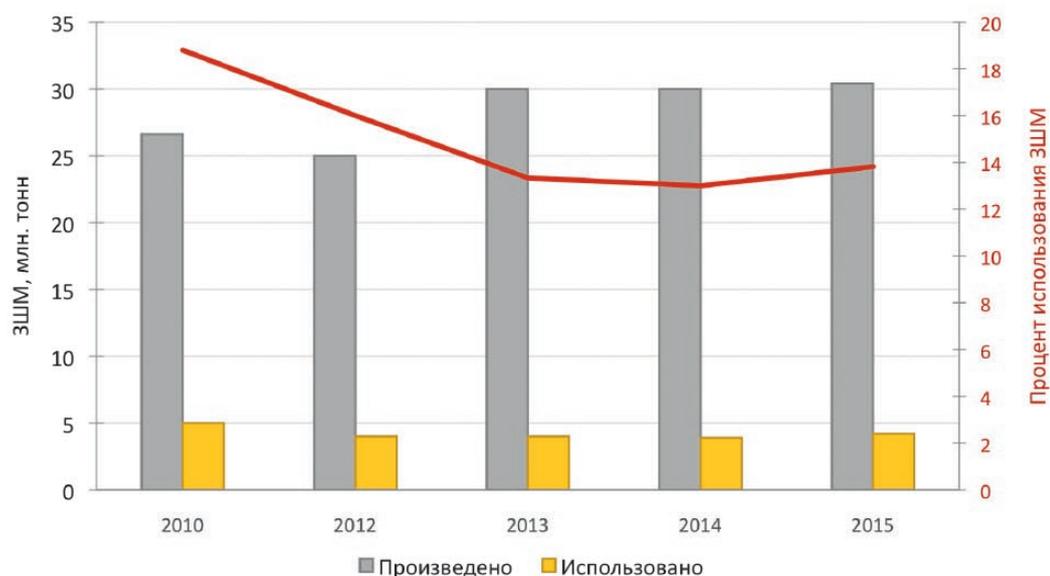


Fig. 1. Production and use of ash and slag materials in Russia from 2010 to 2015 (7, 8).
Bild 1. Produktion und Verwendung von Aschen und Schlacken in Russland von 2010 bis 2015 (7, 8).

It is generally important to introduce additional coefficients for the fees for negative environmental impacts in order to stimulate measures to reduce negative environmental impacts and introduce the best available technologies (BAT). At present, Russia is carrying out large-scale development of a regulatory framework for the introduction of BAT and the regulation of the procedure for obtaining integrated environmental permits.

At the same time, there is a process of harmonization of Russian legislation with international law. The Russian Federation has signed a number of international conventions and agreements, in accordance with which it is obliged to reduce both the existing and potential negative impact of economic activity on the environment, which can be achieved with the introduction of BAT.

The transition to the mandatory application of BAT will help to increase the level of further use of ash and slag in various directions. In this regard, it is advisable to take into account both the experience of other countries in stimulating the use of ash and slag, and the methods of their disposal used in world practice.

In many developed and developing countries of the world community, the level of utilization of coal combustion by-products, the main of which are ash and slag, ranges from 40 to 100% of their annual production (4, 6). Processing and use of ash and slag is stipulated within the framework of various international and national associations, in some countries there are national associations.

The annual production of ash and slag materials in Russia is about 30.4 Mt (2015 data). About 4.2 Mt of ash and slag materials are introduced to the market (5). Statistics from 2010 to 2015 are presented in figure 1. At the same time, demand is growing mainly for fly ash. Ash and slag ash from accumulated ash and slag mixture are practically not in demand in the consumer market, as they have low competitiveness in comparison with natural materials.

Mit der Verabschiedung des Bundesgesetzes Nr. 219-FZ vom 21. Juli 2014 trat am 1. Januar 2015 eine wesentliche Änderung des Umweltschutzgesetzes in Kraft, welche die Lösung der Probleme im Umgang mit Asche- und Schlackenabfällen zum Ziel hatte.

Um die Verwendung der besten verfügbaren Technologien (BVT) zur Verringerung negativer Auswirkungen auf die Umwelt voranzutreiben, ist die Einführung von Bußgeldern für Umweltsünder dringend erforderlich. Derzeit wird in Russland in großem Umfang eine Rechtsgrundlage für die Einführung der BVT und die Regelung des Verfahrens zur Erlangung ganzheitlicher umweltpolitischer Zulassungen entwickelt.

Gleichzeitig findet ein Prozess der Harmonisierung der russischen Gesetzgebung mit internationalem Recht statt. Die Russische Föderation hat eine Reihe internationaler Konventionen und Abkommen unterzeichnet, die sie verpflichten, sowohl existierende als auch potentielle negative Auswirkungen aus wirtschaftlichen Aktivitäten auf die Umwelt zu verringern, die mit der Einführung der BVT erreicht werden können.

Der Übergang zur zwingend vorgeschriebenen Anwendung von BVT wird dazu beitragen, die Nutzung von Aschen und Schlacken in unterschiedliche Richtungen zu forcieren. Hierbei ist es angeraten, sowohl die Erfahrungen anderer Länder bei der Nutzung von Aschen und Schlacken als auch die weltweit angewandten Entsorgungsmethoden zu berücksichtigen.

In vielen Industrie- und Entwicklungsländern der Welt liegt der Nutzungsgrad von Nebenprodukten der Kohleverbrennung, bei denen es sich hauptsächlich um Asche und Schlacke handelt, zwischen 40 und 100% ihrer jährlichen Produktion (4, 6). Die Verarbeitung und Verwendung von Asche und Schlacke ist im Rahmen verschiedener internationaler und nationaler Verbände festgelegt. In einigen Ländern gibt es nationale Interessengemeinschaften.

Die jährliche Produktion von Aschen und Schlacken in Russland lag im Jahr 2015 bei ca. 30,4 Mio. t. Etwa 4,2 Mio. t Asche und Schlacken werden dem Markt zugeführt (5). Die Entwicklung

The Siberian Federal District (SFD) is considered as the undisputed leader among Russian regions, where 44 % of all domestic thermal energy is concentrated, and the vast majority of which are coal power stations. The problem is most acute in regions with a high share of coal-fired electricity generation, such as the Novosibirsk and Omsk regions. So, in the Omsk region, the annual output of ash and slag waste exceeds 1.3 Mt, the volume of accumulated waste at the ash ponds of the TPPs is more than 60 Mt. In the Novosibirsk region, about 800,000 t of ash and slag wastes are generated annually from coal-fired power plants. The area occupied by ash ponds is more than 1,000 ha; the amount of ash and slag materials accumulated there is approaching 30 Mt.

The generation and storage of ash and slag materials negatively affects the ecosystem of the adjacent territory of the area of their storage:

- allocation and disturbance of urban land for the construction of ash ponds and their engineering infrastructure (ash pipelines, pumping stations, etc.);
- infiltration of solutions from ash pond bowls into surface and ground waters with their subsequent saturation;
- dusting of ash from the surface of the bowls of ash ponds, especially when they accumulate a significant amount and exceed the available free space of the ash pond.

The latter is one of the significant environmental impact of ash ponds of TPPs. The emission of dust particles into the atmosphere as a result of wind erosion leads to subsequent precipitation on soil, vegetation, and the water surface. Dusting arises as a result of imperfection of design solutions and storage technology of ash and slag materials, violation of the rules of operation of objects. The effect of the ash pond is the accumulation of heavy metals, arsenic and natural radionuclides in soils throughout its entire sanitary protection zone. In the soil and vegetation of the zone of influence of ash ponds, e.g., of the Khabarovsk TPP-3 (9), the MPCs (maximal allowable concentration level) for the content of the following elements are exceeded: Cd, Pb, Zn, As, Ni, Cu - 1.1 to 2.5 times, S - 2.8 to 9.7 times, radionuclides ^{40}K , ^{232}Th , ^{226}Ra - 2 times.

Under the provision of the further use of ash wastes it can help energy companies to save money thanks to refuse from the ash ponds, as well as the sale of ash wastes would at least reduce the cost of their storage. As the ash ponds are filled up to the maximum capacity, the problem of their reclamation arises. Non-reclaimed ash pond is a source of dusting, and the amount of ash carried from 1 ha of the ash pond can reach several hundred tons per year, and the dust cloud can spread over several kilometers.

It should also be noted that the number of active forms of phosphorus and potassium in the ash is not enough for plant nutrition. Therefore, self-vegetation of ash ponds is a very slow process: overgrowth of their surface with plants until the dusting stops, lasts from ten to 15 years. In this regard, it is more practicable to process ash and slag waste and obtain useful products.

Moreover, in the Russian Federation there are no compelling incentives that would force power engineers to deal with the

von 2010 bis 2015 ist in Bild 1 dargestellt. Gleichzeitig wächst die Nachfrage hauptsächlich nach Flugasche. Alte Aschen und Schlacken werden am Markt praktisch nicht nachgefragt, da sie im Vergleich zu natürlichen Materialien nicht wettbewerbsfähig sind.

Das Bundesland Sibirien (Siberian Federal District (SFD)) gilt als unbestrittener Marktführer unter den russischen Provinzen, da hier 44 % der gesamten heimischen Wärmeenergieerzeugung konzentriert sind, wobei der überwiegende Anteil mit Kohlekraftwerken abgedeckt wird. Das Problem ist am akutesten in Regionen mit einem hohen Anteil an Kohlekraftwerken wie den Regionen Nowosibirsk und Omsk. In der Region Omsk übersteigt die jährliche Produktion von Asche- und Schlackenabfällen 1,3 Mio. t. Das Volumen der an den Aschespülkippen der TPP angesammelten Abfälle beträgt mehr als 60 Mio. t. In der Region Nowosibirsk fallen jährlich rd. 800.000 t Asche- und Schlackenabfälle aus Kohlekraftwerken an. Die Fläche der Ascheteiche beträgt mehr als 1.000 ha. Die dort angesammelte Menge an Asche- und Schlackenabfällen nähert sich 30 Mio. t.

Die Erzeugung und Lagerung von Asche und Schlacken wirkt sich aus nachfolgenden Gründen negativ auf das Ökosystem des an die Kippen oder Spülteiche angrenzenden Gebiets aus:

- Zuordnung und Beeinflussung urbaner Flächen für den Bau von Ascheteichen und deren technischer Infrastruktur (Aschepipelines, Pumpstationen usw.);
- Infiltration von Lösungen aus Ascheteichen in Oberflächen- und Grundwasser mit anschließender Sättigung,
- Ascheverwehungen von der Oberfläche der Aschespülkippen, insbesondere wenn die Einlagerungsmenge die Kapazität der Teiche übersteigt.

Letzteres ist eine der bedeutendsten Umweltauswirkungen von TPP-Ascheteichen. Die Emission von Staubpartikeln in die Atmosphäre infolge von Winderosion führt zu nachfolgenden Niederschlägen auf Boden, Vegetation und Wasseroberfläche. Die Winderosion entsteht durch unzulängliches Design der Deponien und Teiche sowie durch Nichteinhaltung der betrieblichen Vorschriften für die Deponierung. Durch die Ascheteiche kommt es zu Anreicherungen von Schwermetallen, Arsen und natürlichen Radionukliden in den Böden in der gesamten Saniterschutzzone. Im Boden und in der Vegetation im Einflussbereich von Ascheteichen, z.B. von Chabarowsk TPP-3 (9) werden die MPCs (maximal zulässiges Konzentrationsniveau) für den Gehalt der folgenden Elemente überschritten: Cd, Pb, Zn, As, Ni, Cu - 1,1- bis 2,5-fach, S - 2,8 bis 9,7-mal, Radionuklide ^{40}K , ^{232}Th , ^{226}Ra - 2-fach.

Durch die Nutzung von Ascheabfällen können die Energieerzeuger die Kosten für die Deponierung senken. Wenn die Ascheteiche bis zur maximalen Kapazität gefüllt sind, ist die Rückgewinnung und Umlagerung erforderlich, da es ansonsten zu Winderosion kommt. Die Aschemenge, die von einem Ascheteich mit einer Größe von 1 ha erodiert, kann mehrere hundert Tonnen pro Jahr erreichen, und die Staubwolke kann sich über mehrere Quadratkilometer ausbreiten.

Darüber hinaus reicht die Anzahl der aktiven Formen von Phosphor und Kalium in der Asche für die Pflanzenernährung nicht aus. Daher ist die Selbstvegetation von Ascheteichen ein sehr langsamer Prozess. Bis die Stauberosion durch das Über-

challenges of marketing the ash products. So, in European countries, ash ponds of coal power plants are generally prohibited, or the penalty for each ton of ash sent to the ash pond is from 60 € (Finland) to 248 € in the Czech Republic. In Russia, this fine is 5 to 16 RUB/t (0.1 to 0.3 €/t). In addition, it is possible to include ash costs in the cost of electricity.

The federal law No. 219-FZ adopted in 2015 significantly supplements and changes the basic law "On Environmental Protection", but basically its provisions are framework conditions and require the adoption of a large number of by-laws and regulations. But it should be noted that the law enters into force previously not used in Russian legislation environmental legal instruments such as "an object that has a negative impact on the environment", "integrated environmental permit", "technological standards", "technological indicators", "moving source of environmental pollution", etc. The law also regulates payments for negative environmental impacts. Requirements for state environmental impact assessment to obtain a comprehensive environmental permit are established. It provides the classification of economic entities into four categories according to the degree of their impact on the environment and the establishment of a rationing system according to the degree of negative impact on the environment.

At the same time, there is a number of problems that arise during the implementation of the provisions and norms of Law No. 219-FZ. So far, the regulatory legal acts ensuring the implementation of the norms of the law have not been fully adopted.

Analyzing the trends in the development of legal state regulation of Russia, it is possible with sufficient evidence to draw a conclusion about use of the experience of regulatory norms of the EU. So, e.g., in the already accepted register of best available technologies, the use of ash and slag is possible only if they are certified, and the certification obligation will be assigned to coal miners who produce and supply fuel to the thermal power plants. Thus, a number of experts doubt that such scheme will work in Russia, because coal of different grades is burned at the TPP. Its chemical composition can vary even within the same open pit. This requires different certificates, but the question is how to unify them. It would be more appropriate if the energy companies as owners of ash and slag wastes are engaged in certification, and based on this certificate, ash and slag will be considered as the product (10).

In consideration of the foregoing, it can be concluded that the main promising areas for the development of the regulatory framework of Russia in the field of utilization of ash and slag materials from TPPs are the following:

1. Legislative support for the transfer of ash and slag materials from the waste category to the category of ash and slag materials. Now, despite the fact that the benefits of using ash and slag waste are becoming obvious to many companies, they are not being used, because it may fall under the unauthorized use of waste. But if the legislation stipulates that, subject to certain conditions, the user can utilize ash and slag without problems, and the owner can display them as actually used waste, this will change the situation with their disposal for the better (11).

wachsen der Oberfläche mit Pflanzen aufhört, vergehen zehn bis fünfzehn Jahre. Daher ist es praktikabler, Asche- und Schlackenabfälle zu verarbeiten und nützliche Produkte zu erhalten.

Ausserdem gibt es in der Russischen Föderation keine Anreize oder Zwänge, die Kraftwerksingenieure dazu veranlassen würden, sich den Herausforderungen der Vermarktung der Ascheprodukte zu stellen. In europäischen Ländern sind Ascheteiche von Kohlekraftwerken generell verboten oder es ist eine Strafe für jede Tonne Asche zu zahlen, die im Ascheteich deponiert wird. Diese Gebühr liegt zwischen 60 € (Finnland) und 248 € (Tschechien). In Russland beträgt diese Geldbuße 5 bis 16 RUB/t (0,1 bis 0,3 €/t). Außerdem lassen sich die Kosten für die Entsorgung der Asche in die Stromkosten einrechnen.

Das 2015 verabschiedete Bundesgesetz Nr. 219-FZ ergänzt und ändert das ursprüngliche Umweltschutzgesetz erheblich. Grundsätzlich sind die Bestimmungen des Gesetzes jedoch nur Rahmenbedingungen und erfordern die Verabschiedung einer Vielzahl von Statuten und Verordnungen. Es ist jedoch bemerkenswert, dass ein Gesetz in Kraft getreten ist, das es in der russischen Gesetzgebung zuvor nicht gegeben hat: umweltrechtliche Instrumente wie „etwas, das sich negativ auf die Umwelt auswirkt“, „integrierte Umweltgenehmigung“, „technologische Standards“, „technologische Indikatoren“, „Sich bewegende Quelle der Umweltverschmutzung“ usw. Das Gesetz regelt auch Zahlungen für negative Auswirkungen auf die Umwelt. Ebenso werden hier die Anforderungen an die staatliche Umweltverträglichkeitsprüfung zur Erlangung einer umfassenden Umweltgenehmigung festgelegt. Das Gesetz sieht die Einteilung der Wirtschaftseinheiten in vier Kategorien nach dem Grad ihrer Auswirkungen auf die Umwelt und die Einrichtung eines Rationierungssystems nach dem Grad der negativen Auswirkungen auf die Umwelt vor.

Gleichzeitig gibt es aber auch eine Reihe von Problemen, die bei der Umsetzung der Bestimmungen und Regularien des Gesetzes Nr. 219-FZ auftreten. Bislang wurden die Regularien zur Gewährleistung der Umsetzung der Rechtsnormen nicht vollständig übernommen.

Eine Analyse der Trends in der Entwicklung der Gesetzgebung Russlands zeigt, dass die Nutzung der Erfahrungen aus der EU-Gesetzgebung erfolgreich sein könnte. So ist es beispielsweise in der EU gemäß bereits etabliertem Register der besten verfügbaren Technologien nur möglich, Asche und Schlacke weiter zu verwenden, wenn diese zertifiziert sind. Die Zertifizierungsverpflichtung wird dabei den Bergleuten übertragen, welche die Kohle für die Wärmekraftwerke gewinnen und diese mit dem Brennstoff versorgen. Eine Reihe von Experten bezweifeln jedoch, dass ein solches System in Russland funktionieren wird, da in den Kraftwerken Kohle unterschiedlicher Qualitäten verbrannt wird. Die chemische Zusammensetzung kann sogar innerhalb desselben Tagebaus variieren. Dies würde unterschiedliche Zertifikate erfordern. Es stellt sich die Frage, wie diese vereinheitlicht werden können. Es wäre angemessener, wenn die Energieerzeuger als Eigentümer von Asche- und Schlackenabfällen zertifiziert würden und auf der Grundlage dieses Zertifikats Asche und Schlacke als Produkte betrachtet würden (10).

Unter Berücksichtigung der obigen Ausführungen lässt sich schlussfolgern, dass die vielversprechendsten Bereiche für die

2. Development of the guaranteed market for ash and slag materials, creation of a regulatory framework for involving ash products in economic turnover, including:

- Approval of technical conditions (characteristics of ash and slag materials). It is necessary to develop a state standard for technical conditions for the use of ash and slag materials instead of natural raw materials in those industries where this is possible. Currently, owners of coal combustion waste products, energy generation companies, are developing specifications on their own, and standardization of this process would eliminate many questions.
- The formation of long-term contracts for the supply of ash and slag materials for a period of five years with a minimum/zero price for ash and slag products.
- The formation of conditions for the production and delivery of products using ash and slag materials.
- The development and implementation of economic mechanisms for stimulating the processing of ash and slag materials.

Thus, a regulatory framework is created that provides the possibility to use ash and slag materials in the production of building materials, project designs, land reclamation, landfill of solid household waste at landfills, fire fighting, etc. For examples of use of ash materials in Russia see Figures 2, 3, 4.

3. Organization of supplies:

- at the federal level – the use of large volumes of ash and slag products (Rosavtodor, Gosstroy and other potential consumers);
- at the regional level (based on the development and implementation of regional programs/subprograms for ash and slag products) on the basis of improving legislation in the field of processing of ash and slag products.



Fig. 2. CJSC Irkutskzoloпродукт sells 58% of the annual volume of all ash and slag wastes of the company OJSC Irkutskenergo.
Bild 2. CJSC Irkutskzoloпродукт verkauft 58% der Jahresproduktion von Asche und Schlackenabfällen des Unternehmens OJSC Irkutskenergo.
Photo/Foto: NITU MiSiS

Entwicklung einer Gesetzgebung in Russland im Bereich der Verwendung von Asche- und Schlackenabfällen aus der Energieerzeugung die folgenden sind:

1. Gesetzliche Unterstützung für die Übertragung von Asche- und Schlacken aus der Abfallkategorie in die Kategorie der Asche- und Schlackenverwertung. Obwohl die Vorteile der Verwertung von Asche- und Schlackenabfällen für viele Unternehmen offensichtlich sind, werden sie aus Angst vor unerlaubter Verwendung von Abfällen nicht genutzt. Die Entsorgungssituation änderte sich jedoch zum Besseren, wenn die Gesetzgebung erlaubt, dass Nutzer unter bestimmten Bedingungen Asche und Schlacke problemlos verwerten dürfen und der Eigentümer sie als tatsächlich verbrauchten Abfall anzeigen darf (11).
2. Entwicklung und Sicherung eines Markts für Aschen und Schlacken und Schaffung eines Rechtsrahmens für die Einbeziehung von Ascheprodukten in den wirtschaftlichen Kreislauf, einschließlich:
 - Genehmigung der technischen Bedingungen (Eigenschaften von Aschen und Schlacken). Es ist notwendig, einen staatlichen Standard für die technischen Bedingungen zur Verwertung von Asche- und Schlackenabfällen anstelle von natürlichen Rohstoffen zu entwickeln. Derzeit entwickeln Eigentümer von Kohleverbrennungsabfällen, also die Energieerzeuger, eigene Spezifikationen. Eine Standardisierung dieses Prozesses würde viele Fragen und Probleme beseitigen.
 - Abschluss langfristiger Lieferverträge für Aschen und Schlacken über einen Zeitraum von fünf Jahren mit einem Mindest-/Nullpreis für Asche- und Schlackenprodukte.
 - Schaffung von Rahmenbedingungen für die Herstellung und Lieferung von Produkten unter Verwendung von Asche- und Schlackenabfällen.
 - Entwicklung und Umsetzung wirtschaftlicher Mechanismen zur Förderung der Verwertung von Asche- und Schlackenabfällen.

Auf diese Weise werden gesetzliche Rahmenbedingungen geschaffen, die es ermöglichen, Asche- und Schlackenabfälle bei der Herstellung von Baumaterialien, Projektentwürfen, Landgewinnung, Deponierung von festem Hausmüll auf Deponien, Brandbekämpfung usw. zu verwenden. Die Abbildungen 2, 3 und 4 zeigen Beispiele für die Verwertung von Aschen in Russland.

3. Organisation der Versorgung:

- auf Bundesebene: Verwendung großer Mengen von Asche- und Schlackenprodukten (Rosavtodor, Gosstroy und andere potentielle Verbraucher),
- auf regionaler Ebene: auf der Grundlage einer Verbesserung der Rechtsgrundlage im Bereich der Verarbeitung von Asche- und Schlackenprodukten (basierend auf der Entwicklung und Durchführung regionaler Programme bzw. Unterprogramme für die Verwertung von Asche- und Schlacken).

Wichtig für die Lösung von Problemen bei der Verwertung von Asche und Schlackenabfällen ist aber auch die Schaffung einer umfassenden Informationsbasis über die Methoden und Technologien zur Verarbeitung, die durchgeführten und geplanten



Fig. 3. Silica brick production on the basis of "Kainsky brick factory", Novosibirsk region. // Bild 3. Ziegelproduktion bei der „Kainsky Ziegel Fabrik“ in der Region Novosibirsk. Photo/Foto: NITU MiSiS



Fig. 4. Plant "Afina", silicate brick production, Thermolux brick, Chelyabinsk region. // Bild 4. „Afina“, Fabrik für die Ziegelproduktion, Thermolux Ziegel, in der Region Chelyabinsk. Photo/Foto: NITU MiSiS

The creation of a full-scale information base on the methods and technologies for processing ash and slag, implemented and planned projects, and their investment potential is important for solving this problem. The lack of such information is a real obstacle for decision-making process by the management of the ash and slag processing business.

The Ministry of Energy of the Russian Federation comprehensively studies the many years of experience of the technically developed countries of Europe and the world, arrange meetings of working groups involving energy generating companies, representatives of science, as well as international experts.

In August 2018, at the invitation of the German colleagues, the Mülheim-based company Schauenburg Maschinen- und Anlagen-Bau GmbH, under the auspices of the Ministry of Energy, a trip for the exchange of experience was organized for Russian experts with the aim of studying German experience in the field of handling ash and slag products, during which they learned the entire production chain, from the production of ash and slag materials before their sale, the issues of logistics and disposal. During the visit, the group visited the power plant Bergkamen, the industrial waste landfill in the city of Dortmund, a service company engaged in the sale of ash and slag materials.

It is clear that the European experience cannot be transferred 1:1 to the Russian Federation, but one should take into account the theoretical achievements and practical experience of the EU, both in the field of standards, and in matters of product requirements, as well as marketing and infrastructure issues.

The initiative to create such an international working group was presented by the Ministry of Energy at the EU Delegation in Moscow at the end of February 2020. The project is quite interesting and relevant, as it will provide answers not only to important environmental issues, but also as the basis for further formation of a strategy for the development of the fuel and energy sector of the Russian Federation.

Projekte sowie deren Investitionsvolumen. Das Fehlen solcher Informationen ist ein echtes Hindernis im Entscheidungsprozess der verwertenden Industrie.

Das Energieministerium der Russischen Föderation untersucht umfassend die langjährige Erfahrung der technisch entwickelten Länder Europas und der Welt. Es organisiert Treffen von Arbeitsgruppen, an denen Energieerzeuger, Vertreter der Wissenschaft sowie internationale Experten beteiligt sind.

Unter der Schirmherrschaft des Energieministeriums wurde im August 2018 auf Einladung der Firma Schauenburg Maschinen- und Anlagen-Bau GmbH, Mülheim/Ruhr, ein Erfahrungsaustausch für russische Experten mit dem Ziel organisiert, von den deutschen Erfahrungen im Umgang mit Asche und Schlacken in der gesamten Produktionskette der Verwertung über Logistik, Entsorgung bis hin zum Verkauf zu profitieren.

Während ihres Aufenthalts besuchte die Gruppe das Kraftwerk Bergkamen, die Industrieabfalldeponie in Dortmund sowie ein Dienstleistungsunternehmen, das sich mit dem Verkauf von Asche- und Schlacken befasst.

Selbstverständlich sind die europäischen Erfahrungen nicht 1:1 auf die Russische Föderation übertragbar, aber man sollte die theoretischen Errungenschaften und praktischen Erfahrungen der EU sowohl im Bereich der Normen als auch in Fragen der Produktanforderungen, beim Marketing und der Infrastruktur berücksichtigen.

Ende Februar 2020 wurde vom Energieministerium die Initiative ergriffen, eine solche internationale Arbeitsgruppe zu schaffen und dies der EU-Delegation in Moskau vorgestellt. Das Projekt ist sehr interessant und notwendig, da man sich nicht nur Antworten auf wichtige Umweltfragen verspricht, sondern es auch insgesamt als Grundlage für die weitere Erarbeitung einer Strategie zur Entwicklung des Energiesektors in der Russischen Föderation dienen soll.

References / Quellenverzeichnis

- (1) Глобальная энергетика и устойчивое развитие (Белая книга). –М.: Изд. МЦУЭР. 2009. – 374 с.
- (2) Прогноз развития энергетики мира и России 2019 / под ред. А.А. Макарова, Т.А. Митровой, В.А. Кулагина; ИНЭИ РАН–Московская школа управления СКОЛКОВО – Москва, 2019 – 210 с. - ISBN 978-5-91438-028-8.
- (3) Стратегия экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года, утвержденная Указом Президента РФ от 19.04.2017г. №176.
- (4) Annual Membership Survey Results. January – December. 2015. HBM Group Pty Ltd Ash Development Association of Australia. 5 pp.
- (5) Electricity generation 2019 – 2020, facts and figures, VGB Powertech, 2019, 23 pp.
- (6) UKQAA Ash Availability Report. January. 2016. 11 pp.
- (7) Золошлаки в дело// Энергия без границ. №3(38). 2016. С.4.
- (8) <http://ksfenix.org/>
- (9) Черенцова А. А. Оценка воздействия золоотвалов на окружающую среду (на примере Хабаровской ТЭЦ-3): дисс. ... канд. биол. наук: 03.02.08: защищена 05.10.2013 / Черенцова Анна Александровна. – Хабаровск, 2013. – 296 с.
- (10) Новости Сибирской науки: «Как в России решают проблему золошлаковых отходов». 2016. 27 января. [Электронный ресурс] URL: <http://www.sib-science.info/ru/news/rossii-eprussia-ru-dengi-27012016>.
- (11) Восточно-Сибирская правда: «Ориентир для золошлаков». 2016. 2 февраля. [Электронный ресурс] URL: <http://www.vsp.ru/2016/02/05/orientir-dlya-zoloshlakov/>

Authors / Autoren

Valeriy Grishin, Ministry of Energy of the Russian Federation, Moscow/Russia, Prof. Dr.-Ing. Konstantin Kolikov and Natalia Udalova, National University of Science and Technology (MISIS), Moscow/Russia, Natalia Lubenska, Schauenburg Maschinen- und Anlagenbau GmbH, Mülheim-Ruhr/Germany