ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1987

Seria: ENERGETYKA z. 100 Nr kol. 919

FEJES, Antal
Mélyépítési Tervező Vállalat, Budapest

VORTEILE UND MÖGLICHKEITEN DES TRANSPORTES VON DICHTEM ASCHE-FLUGASCHESCHLAMM IN UNGARN

Allgemeine Praxis der Entaschung und Entfernung von Asche-Flugasche Betriebsbedingungen der hydraulischen Deponierungssysteme, deren Vor-und Nachteile. Möglichkeiten zur Herstellung des dichten Asche-Flugascheschlammes, Transportprobleme, Fragen zur Deponierung und zum Umweltschutz. Gegenwärtige Praxis und Entwicklungstendenz in Ungarn bei der Herstellung und dem Transport von dichtem Asche-Flugaschegemisch.

Die Verfeuerungsrückstände der Wärmekraftwerke werden auf Grund der allgemeinen Praxis durch hydraulischen Transport in Form von Dünnschlamm abtransportiert. Die Deponierung erfolgt auf flachem Gebiet - von allen Seiten mit Dämmen begrenzenten - hydraulischen Halden.

Der Gesamtverbrauch von Kohle aller ungarischen Wärmekraftwerke beträgt 15785×10^3 Tonnen. Diese Menge besteht grob gerechnet aus 40% Lignit, 50%Braunkohle und 10% Schwarzkohle.

Der durchschnittlich geschätzte jährliche Verfeuerungsrückstand, dessen wirtschaftliche und umweltschützende Deponierung gelöst werden muss beträgt:

Schlacke:	1000×10^3 Tonnen
Flugasche:	4000×10^3 Tonnen.

Entsprechend den in den ungarischen Kraftwerken entstandenen Systemen wird die Asche- und die Flugasche durch Verspülung unter den Kesseln, bzw. unter den Flugascheabscheidern entfernt und fliesst in Rinnen zusammen zusammen auf die Schlammpumpenstation.

Zur trockenen Gewinnung der Flugasche gibt es im Allgemeinen Möglichkeiten, die Schlacke jedoch wird entsprechend der zur Zeit ausgebildeten Systeme nass gewonnen.

Diese Verspül-und Verwaschanlagen bestimmen schon im Voraus das Verdünnungsverhältnis des Schlammsystemes, 1:10 bis 1:20 Gewichtanteilen Feststoff zu Flüssigkeit.

Die hydraulischen Transportsysteme sind zum Teil in Blöcke zum Teil in gemeinsame Systeme zusammengefasst. Ein System besteht besteht aus einer Aufgeberpumpe und einer Rohrleitung, in der ständig die zum Transport des Feststoffes benötigte minimale Strömungsgeschwindigkeit gesichert werden muss.

Dies bedeutet, dass im Falle der Reduzierung der Feststoffmenge - kleinere Belastung, Abstellung eines Blockes usw. - die Menge des Transportwassers erhöht werden muss.

Dieses Prinzip ist vom Gesichtspunkt des technischen Anspruches und der Praxis her ein ausserordentlich elastisches, hohe Sicherheit gewährleistendes, von verhältnissmässig gringem Reibungswiderstand, im Allgemeinen verstopfungsfreis Transportsystem, hingegen ist es infolge der grossen Transportwassermengen unwirtschaftlich.

Auf den Deponierungsgebieten ist ein See ausgebildet, in dem sich der transportierte Feststoff absetzt, das abgeklärte Transportwasser von grosser Menge wird über Pumpstatio-

nen in das Kraftwerk zur wiederhohlten Nutzung zurückgeleitet.

Die so ausgebildete Halde ist aus Gründer der Stabilität begrenzt erhöhbar, der absickernde Anteil des Transportwassers beträgt ca. 20-25%, es enthält aus den Verfeuerung-Rückständen gelöste chemisch schädliche Stoffe, die sich auf den Untergrund und das Grundwasser schädlich auswirken.

Die ausgetrocknete Oberfläche der Halde verunreinigt durch Staubbildung bis zur Rekultivierung die Umwelt.

Zusammenfassend kann erklärt werden, dass die Entaschungssysteme in den ungarischen Kraftwerken gut und mit entsprechender Sicherheit betrieben werden, sie sind jedoch infolge der zu bewegenden grossen Wassermengen und der vielseitigen Umweltschutz-Probleme vom Nachteil.

Auf Grund der oben vorgetragenen Probleme wäre es wünschenswert die Transportsysteme auf Grund der folgenden zwei grundsätzlichen Gesichtspunkte zu ändern:

- Wirtschaftlichkeit
- Umweltschutz.

Zur Erreichung beider Ziele ist es notwendig dichteres Schlammgemisch zu erzielen und dies ist auf zwei Ausgangsmöglichkeiten zurückzuführen:

- Auf Grund der früheren technologischen Gegebenheiten steht ein Dünnschlamm zur Verfügung, der durch irgendein Verfahren eingedickt werden muss.
- Aus dem trockenen zur Verfügung stehenden körnigen Material muss den Ansprüchen entsprechendes dichtes Gemisch hergestellt werden.

Weiterhin ist es bekannt, dass die Bindefähigkeit der Flugasche der Kraftwerke vom CaO und MgO-Gehalt abhängig ist. Diese Tatsache kann und muss im Laufe der Entwicklungen in Betracht genommen werden.

Sehr vorteilhafte einheimische Erfahrungen haben wir mit der Flugasche aus der Umgebung von Ajka, diese ist auch nach dem herkömmlichen Transport in einer 10-15-facher. Verdünnung bindefähig und bildet auf der Halde ein festes, wasserundurchlässiges Material.

Wie schon früher angedeutet, basiert die Entaschung in den ungarischen Kraftwerken auf dem Verspülungssystem, demzufolge Dünnschlamm entsteht. Die einheimischen Untersuchungen und Entwicklungen dienen den Eindickungsmöglichkeiten des Dünnschlammes.

Diesem zufolge wurde eine Eindickungsanlage entwickelt, die es ermöglicht Schlämme von einer Dichte von 1:1 bis 1:4 Gewichtanteilen Feststoff zu Wasser herzustellen.

Das Prinzip der Einrichtung ist eine Absetzanlage des Systems "Dortmund", ohne beweglichen Teile.

Der in der Mitte des Eindickers eingeleitete Dünnschlamm strömt zum grössten Teil nach oben, inzwischen setzen sich die festen Teile ab. Das nach oben strömende, abgeklärte Wasser läuft über die Überlaufkanten des Überlaufkanales in freim Gefälle ab, oder es wird über ein Pumpsystem in die Verspülanlage zurückgeleitet.

Die festen Teile werden über die am unteren Ende des Behälters sich anschliessenden Rohrleitungen in Form von Dickschlamm in das Ansaugbecken des Fernleitungssystemes befördert. Das Mass der Dichte kann mit dem unten und oben abfliessenden Wasser geregelt werden, dies ermöglicht gleichzeitig einen gewissen Ausgleich der Schwankungen der Verfeuerungsrückstände und des ankommenden Dünnschlammes. Im Falle von hohen Schwankungen ist es zielgemäss die Eindickereinheit auszuschalten.

Das Mass der Eindickung wird von den Charakteristiken des Feststoffes, der Masse, dem Korndurchmesser, der Kornoberfläche, der Absetzgeschwindigkeit, der Kapazität der Fernleitung usw. beeinflusst und begrenzt.

Dieser Vortrag befasst sich nicht mit der detaillierten Bekanntgabe des Systems, hier wird es nur als Lösungsmetode erwähnt.

Zur Ermittlung der Dichte des herzustellenden Schlammes müssen auch die Transportbedingungen in Betracht genommen werden. Auf Grund der Gegebenheiten befinden sich die Aschehalden in einer Entfernung von 5-12 km vom Kraftwerk und es müssen im Allgemeinen auch geodäthische Höhenunterschiede überwunden werden, d.h. der Schlamm muss gegebenen Falles auf einen höheren Punkt als der Ausgangspunkt transportiert werden.

Unter den klassischen Bedingungen des hydraulischen Transportes bedeutet die Erhöhung der benötigten Transportgeschwindigkeit und der Dichte des zu transportierenden Mediums eine erhebliche Erhöhung des Rohrleitungswiederstandes und des Transportdruckes.

Die Schlammtransport-Systeme der ungarischen Kraftwerke werden im allgemeinen mit Schlammpumpen betätigt, die den Anforderungen des Dünnschlammtransportes gut entsprechen.

Bei den mit Schlammeindickung funktionierenden Systemen wird zur Sicherung des höheren Betriebsdruckes die Anwendung einer Aufgeberanlage von höherer Leistung benötigt.
Bei den aus trockenem, körnigen Material herszustellenden Schlamm-Metoden bedeutet nur die Anfeuchtung der Flugasche ein Problem. Entsprechend der ungarischen Praxis wird die Schlacke /Feuerkammerasche/ verspült und übermässig verdünnt abgeleitet.

Zur Verschlämmung der Flugasche sind in Ungarn mehrere Systeme in Betrieb:

- hydropneumatische Transportsysteme,
- Hydromix, Flugasche anfeuchtende Anlage.

Das hydropneumatische Verfahren ist grundsätzlich so ein Verfahren, wo während des Transportes in den Wasserstrom Flugasche gepresst wird und auf diese Weise entsteht Schlamm, der gleichzeitig abtransportiert wird.

Mit diesem Verfahren ist es möglich ähnlich dem Verfahren mittels Verspülung die Flugasche mittels Schlammpumpen zu transportieren.

Mittels der Hydromix-Anlage ist es möglich ein Flugaschegemisch von 1:2 - 1:3 Gleichtanteilen Feststoff zu Wasser herzustellen, in dem Fall, dass der Feststoff in trockenem Zustand geliefert wird. Aus der Anlage wird der Schlamm durch freies Gefälle in einen Schacht befördert, von hier kann er mittels Schlammpumpen oder sonstigen Einrichtungen in Rohrleitungen transportiert werden. Das Transportsystem kann mit erheblich weniger Transportwasser, wirtschaftlicher betrieben werden.

Eine weitere Form des Abtransportes der Verfeuerungsrückstände in Form von eingedicktem Schlamm ist das in Polen patentierte "Emulgat"-Verfahren. Dieses Verfahren geht ebenfalls von trockenem Material aus und durch Einrühren wird ein Dickschlamm von 3 - 1:1 Anteilen Feststoff-Flüssigkeit hergestellt, transportiert und deponiert.

Das Prinzip des Verfahrens ist folgendes:

- Auf Grund eines streng bestimmten, in festen Verhältnissen erfolgenden Verfahrens wird die Flugasche mit Wasser vermengt und ein Schlamm von einer Dichte von 1,4-1,7 g/cm^3 hergestellt.
- Der Schlamm ist eine sogenannte "schwere Flüssigkeit" von einer höheren Dichte als das Wasser, so ist auch eine niedrigere Strömungsgeschwindigkeit - ohne Teilchensedimentation - im Transportsystem ausreichend.

- Auf der Deponie erhärtet das Material, auch die Flugasche von niedrigerer Bindefähigkeit erhärtet und es bleibt im Prinzip kein Überflüssiges, absickerndes Transportwasser übrig.

Zur Praktischen Anwendung des Verfahrens in Ungarn werden zur Zeit Verhandlungen geführt. Die bisherigen Laborversuche haben zu vorteilhaften Ergebnissen geführt.

Den ungarischen Gegebenheiten entsprechend sind jedoch noch eine vielzahl von Problemen zu lösen:

- In unseren Kraftwerken wird betriebsmässig die Flugasche nass verspült. Die begrenzt vorhandenen Gewinnungs-Transport-und Sammeleinrichtungen der trockenen Flugasche müssen auf ein betriebliches Niveau gebracht werden.
- Die Anwendung des Verfahrens ist nur im Fall des gemeinsamen Abtransportes von Asche und Flugasche realistisch. Die Entwässerung der Asche muss gelöst werden.
- Es muss die Deponierung der Asche und Flugasche im Kraftwerk gelöst werden. Die kleinsten Parameter des hydraulischen Transportsystemes sind begrenzt. Auch die kleinsten Transportsysteme können das mehrfache des in den ungarischen Kraftwerken entstehenden Abfallproduktes abtransportieren. So ist der Abtransport nur durch Material-Speicherung und periodischen Betrieb möglich. Die sich aus der Verringerung der Belastung des Kraftwerkes, aus der Änderung der Kohlequalität usw. sich ergebenden Änderungen in der Menge der anfallenden Verfeuerungsrückstände müssen durch trockene Lagerung und dem damit zusammenhängenden periodischen Transport gelöst werden.
- Infolge des periodischen Transportes muss im Falle einer Abstellung die Durchspülung der mehreren Kilometer langen Rohrleitung und die Behandlung des Spülwassers gelöst werden.

Die umweltverunreinigenden Probleme der sich in Betrieb befindlichen hydraulischen Halden sind bekannt.

- Durch ihre Staubbildung verunreinigen sie die Luft und wirken sich schädlich auf die sich in der Umgebung befindlichen Pflanzenwelt aus. Die Staubbildung kann in vollem Masse auch durch Besprühung nicht gelöst werden.
- Die Absickerung des Transportwassers verunreinigt die Oberflächen-Gewässer, den Untergrund und das sich dort befindliche Grundwasser.
- Auch im Falle der Beendung der Auffüllung löst das Niederschlagwasser schädliche Stoffe aus der Halde aus.
- Zur Sicherung der Stabilität der Halden und der Böschungen muss die Ablagerungs- und Wasserableitungstechnologie streng eingehalten werden. Zur Ableitung des inneren Wasserdruckes müssen die Böschungen mit Drainage versehen werden.
- Die das Transportwasser ableitenden Einrichtungen müssen bedient und periodisch erhöht werden. Das abgeklärte Transportwasser muss über Pumpstationen zum erneuten Verbrauch zurücktransportiert werden. Infolge der Verunreinigungen des Wassers darf dies in die Oberflächen-Gewässer nicht eingeleitet werden.

Diese Probleme wirken sich im Falle des Abtransportes von dichterem Schlamm unbedingt positiv aus, mit hinsicht auf die Reduzierung der Menge des Transportwassers. Qualitätsmässige Änderungen treten nur in dem Falle auf, wenn die Verfeuerungsrückstände auf der Halde gebunden werden und erhärten und das Transportwasser beim Erhärten verbraucht wird. So werden die Probleme der Staubbildung und die der Verunreinigung des Grundwassers beseitigt, bzw. erheblich reduziert.

Das zur Stabilität der Böschung führende Drainagesystem wird überflüssig. Im Prinzip erübrigt sich auch das Problem des Rücktransportes von Wasser, dies muss jedoch hinsichtlich der örtlich gegebenen Niederschlagsbedingungen von Fall zu Fall geprüft werden.

Das Problem der Rekultivierung der aufgefüllten Halden muss getrennt behandelt werden. Die Oberfläche der Halde ist trotz der Erdabdeckung sehr wasserdurchlässig, zur landwirtschaftlichen Nutzung problematisch. Hingegen ist dei Wasserdurchlässigkeit der auf der Hale erhärtenden Flugascharten sehr gering, so ist die Nutzung dieser Oberflächen erheblich günstiger.

Ein gutes Beispiel dafür ist die hydraulische Hale bei Ajka, wo die mit grosser Verdünnung /1:10-15/ und hoher Bindefähigkeitatransportierte Flugasche erhärtet ist und eien wasserundurchlässlichen Boden bildete. Auf dieser Halde konnte ein Wasserspeichersee ausgebildet werden.

Gemäss den polnischen Erfahrungen sind auch beim "Emulgat"-System ähnliche Erfolge zu erwarten. So ist dies Verfahren auch vom Standpunkt der Rekultivierung her positiv zu werten.

In den ungarischen Wärmekraftwerken wurden Transportsysteme mittels Verspülung und dem Abtransport von Dünnschlamm entwickelt. Diese funktionieren entsprechend. Im Laufe unserer Entwicklungen befassen wir uns in erster Reihe mit den in die vorhandenen Systeme besser einordnungsbaren Einrichtungen zur Hestellung von Dickschlamm.

Zur Zeit ist eine Eindickungsanlage betriesmässig im Kraftwerk Borsod im Einsatz. Der im Verhältniss 1:4 hergestellte Asche-Flugasche-Dickschlamm wird von einer Rohrkammeraufgeber-Anlage in eine Entfernung von ca. 5 km mittels Rohrleitungen transportiert.

In zwei weiteren Kraftwerken wird Kohle aus dem ereich Ajka verfeuert, deren Verfeuerungsrückstände auch bei grosser Verdünnung hohe Bindefähigkeiten aufweisen, so treten diese Vorteile auch bei den Deponierungsorten auf. Die Reduzierung der Menge des Transportwassers, die Eindickung des Schlammes wäre vom Standpunkt der Wirtschaftlichket vorteilhaft, In diesem Fall müsste kedoch der Betrieb mittels einfachen Schlammpumpen aufgegeben werden.

Es werden Verhandlungen zur Einleitung des polnischen patentirten Verfahrens für Dickschlammtransport bei der Rekonstruktion der Kraftwerke Oroszlány und Pécs geführt. Die mit der Flugasche des Kraftwerkes Oroszlány durchgeführeten Laborversuche vorteilhafte Ergebnisse aufgewisen:

- Es wurde ein Gemisch im Verhältniss 2,2:1 Gewichtanteilen hergestellt.
- Die bindezeit schwankte zwischen 3 Stunden und 5 Tagen
- Festigkeit 7 1,7 MPa /nach 120 Tagen/
- Wasserundurchlässigkeit: $k = 3{,}3 \times 10^{-8} \div 3{,}5 \times 10^{-9}$ m/sec.

Auf dei vorangehenden Ergebnisse gestützt möchten wir im Kraftwerk Oroszlány eine Versuchsanlage aufbauen, die es uns ermöglicht die früher aufgezeichneten, noch offenen technischen Probleme zu untersuchen und zu lösen.

Die Benetzung, Verschlämmung der Flugasche geschieht mittels Hydromix-Einrichtungen, die ankommende Flüssigkeit ist der durch Verspülung entstehende Ascheschlamm. Im Endergebnis entsteht ein ein Dickschlamm im Verhältniss von ca. 1:+ Gewichtanteilen Schlamm zu Wasser.

Mit Kohlenverfeuerung werden ausserdem noch die Kraftwerke Tisza I. und Tatabánya betrieben, hier wird auch Dünnschlamm auf hydraulischem Wege transportiert.

Zusammenfassend ist feststellbar, dass die Rationalisierung des Abtransportes der Verfeuerungsrückstände in den ungarischen Kraftwerken sowohl aus wirtschaftlichen Gründen, als auch vom Standpunkt des Umweltschutzes begründet ist. Die Umbauarbeten sind im Gang. Diese werden jedoch neben bestimmten noch offenen technischen Fragen auch von den Möglichkeiten für Investitionen beeinflusst.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Adam KLICH

Wpłynęło do Redakcji 1987.02.03

KORZYŚCI I MOŻLIWOŚCI TRANSPORTU CIĘŻKICH ZAWIESIN POPIOŁOWYCH NA WĘGRZECH

S t r e s z c z e n i e

W pracy przedstawiono wybrane zagadnienia dotyczące hydraulicznego odprowadzania popiołów lotnych i żużli z elektrowni na składowiska. W starszych rozwiązaniach stosunek masowy ciał stałych do wody wynosi 1:10 do 1:20. Przeanalizowano niedogodności tych rozwiązań. Wskazano na celowość odprowadzania popiołów lotnych i żużli w postaci gęstych zawiesin wodnych. Omówiono różne systemy umożliwiające wytwarzanie gęstych zawiesin popiołowych (system: Dortmund i Hydromix). Scharakteryzowano opracowany ostatnio w Polsce sposób odprowadzania odpadów paleniskowych w postaci ciężkiej zawiesiny (tzw. emulgat), gdzie stosunek wagowy ciał stałych do wody wynosi 1:1 do 3:1. Omówiono korzyści wynikające ze stosowania metod umożliwiających odprowadzanie odpadów lotnych w postaci gęstych mieszanin.

ПОЛЬЗА И ВОЗМОЖНОСТИ ТРАНСПОРТИРОВКИ ТЯЖЁЛЫХ ЗОЛЬНЫХ СУСПЕНЗИЙ В ВЕНГРИИ

Р е з ю м е

В работе представлены выбранные проблемы, касающиеся гидравлического отвода зол-уносов и шлака с электростанции на складские дворы. В прежних решениях массовое соотношение твёрдых тел с водой составляет 1:10 - 1:20. Проанализированы неудобства этих решений. Представлена целесообразность отвода зол-уносов и шлаков в виде водных суспензий.

Обсуждены разные системы, дающие возможность образования плотных зольно-водных суспензий (система Дортмунд, Гидромикс). Охарактеризован, разработанный в последнее время в Польше, способ отвода топочных отходов в виде тяжёлой суспенции (так называемый эмульгат), где весовое соотношение твёрдых тел с водой составляет 1:1 - 3:1. Обсуждена также польза, возникающая из применения методов, делающих возможным отвод зол-уносов в виде плотных смесей.