

## COMPARAREA PRINCIPALELOR METODE DE DESULFURARE

		DESULFURARE UMEDĂ	DESULFURARE SEMIUSCATĂ	DESULFURARE USCATĂ	
				Injectie în focar	Injectie în canal
0	1	2	3	4	5
1	Descrierea procesului	Soluția de piatră de calcar ( $\text{CaCO}_3$ ) este pulverizată în gazele de ardere într-un absorber, $\text{SO}_2$ din gazele de ardere este absorbit ca sulfat de calciu ( $\text{CaSO}_4$ ). Prin ardere și uscare rezultă produsul secundar-gipsul	Soluția de var stins ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) este pulverizată în gazele de ardere într-un absorber. Simultan $\text{SO}_2$ reacționează cu materia alcalină și picăturile sunt uscate. Pulberea rezultată este trimisă la instalația de reținere a cenușii	Injectia de $\text{CaCO}_3$ în focarul cazanului conduce la o desulfurare parțială. Într-un turn amplasat în zona gazelor de ardere cu $t=150^\circ\text{C}$ este pulverizată apă, iar calcarul rămas reacționează cu $\text{SO}_2$ absorbindu-l. Pulberea uscată rezultată este trimisă către instalația de reținere a cenușii.	Injectia de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ în canalul de gaze de ardere ( $t=150^\circ\text{C}$ ) conduce la o desulfurare parțială. Într-un turn este pulverizată apă continuându-se absorbția $\text{SO}_2$ . Pulberea uscată rezultată este trimisă către instalația de reținere a cenușii.
2	Reacții chimice	- procesul de absorbție - procesul de oxidare	- procesul de absorbție - procesul de oxidare	- reacție în focar - reacție în absorber	- reacție în canal - reacție în absorber
3	Eficiența reținerii $\text{SO}_2$	90% ÷ 99% Eficiența desulfurării crește, prin optimizarea raportului lichid/gaz.	80%÷90%(95%) La concentrații de $\text{SO}_2$ mai mari de 3.000 mg/m <sup>3</sup> N eficiența desulfurării	40% ÷ 70% (30%÷40% când nu se pulverizează apă)	40% ÷ 70% (30%÷40% când nu se pulverizează apă)
		Piatra de calcar este mai ieftină decât alte substanțe absorbante ce pot fi utilizate.	Poate fi aceeași ca în metoda cu piatră de calcar. Varul stins ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) are caracteristici de reacție mai bune și	Este necesar de două ori mai multă piatră de calcar ca în desulfurarea umedă. Eficiența desulfurării depinde de sarcin	Deoarece temperatura gazelor de ardere este mai mică ca cea din focar, se utilizează var stins, ale carui proprietăți de reacție

**ANEXA K**  
**Pagina 2 din 9**

			preț de cost mai ridicat.	cazanului și temperatura gazelor de ardere.	sunt mai bune. Eficiența desulfurării depinde de sarcina cazanului și temperatura gazelor de ardere.
4	Eficiența reținerii pulberilor	~ 90% Reținerea prafului se realizează datorită forței inerțiale a picăturilor pulverizate. Eficiența reținerii pulberilor este determinată de dimensiunea particulelor pulverizate	~ 90% O instalație de reținere a pulberilor trebuie montată după absorber	~ 90% Cu instalație de reținere a pulberilor	~ 90% Cu instalație de reținere a pulberilor
					Reținerea pulberilor este realizată prin montarea unei instalații de colectare a prafului, după turnul în care se pulverizează apa
5	Experiență în funcționare	-57% din sistemele de desulfurare din întreaga lume folosesc această metodă	-Răspândit mai ales în nordul Europei și SUA	-câteva procente în întreaga lume	
		-până la 1000 MW -cel mai experimentat sistem -recunoscută în lume ca cea mai bună tehnologie de desulfurare	-Până la 500 MW -tehnologie la fel de bună cu cea umedă -nu a fost atât de mult aplicată datorită problemelor legate de depozitarea produsului secundar și a costurilor ridicate de exploatare determinate de	-până la 200 MW	-până la 110 MW  Este potrivit pentru centralele electrice pentru care emisia de SO <sub>2</sub> nu sunt prea ridicate

**ANEXA K**  
**Pagina 3 din 9**

			consumul de var stins care este mult mai scump decât piatra de calcar	
6	Siguranță în funcționare	<p>-sunt necesare luarea de măsuri pentru evitarea coroziunii și eroziunii în timpul desulfurării și reținerii pulberilor și manipularea soluției de calcar și a șlamului de gips.</p> <p>-evitarea solidificării soluției de calcar și șlamului de gips în absorber.</p> <p>Acest sistem are destulă siguranță în funcționare deoarece s-au realizat de-a lungul timpului foarte multe îmbunătățiri în proiect, structură, materiale alese pentru fiecare component.</p> <p>-funcționează continuu fără probleme cirac un an de zile</p>	<p>-probleme mari sunt ridicate de eroziunea și înfundarea cu var a pulverizatorului absorberului.</p> <p>Există doua tipuri de pulverizare, una cu pulverizare rotativă și alta cu duze pentru doua fluide.</p> <p>Pulverizarea rotativă se utilizează la peste 250 MW, deoarece are eficiență bună, pentru că timpul de staționare în absorber poate fi scurtat și duzele se înfundă mai puțin decât în celălalt tip.</p> <p>Pulverizatorul are circa 11.000 rot/min, ceea ce necesită inspecții periodice, curățarea duzelor și a depunerilor de pe discul rotativ</p> <p>-acest sistem are o siguranță în funcționare similară cu precedentul</p>	<p>-nefiind aplicate de prea mult timp nu există suficientă experiență în funcționarea lor, așa că va trebui să fie dovedită după o durată mai amre de funcționare</p> <p>Câteva puncte slabe ale acestui sitem sunt următoarele:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-eficiență scăzută a desulfurării;</li> <li>-murdărirea și zgurificarea foacrului cazanului;</li> <li>-pot apărea elemente necunoscute privind depunerile când metoda se aplică la centrale elctrice cu capacitate mare;</li> <li>-creșterea cantității de pulberi pentru instalația de reținere a cenușii</li> </ul> <p>Deocamdată, siguranță în funcționare a acestui sistem este mult mai scăzută ca în cazul metodelor umede și semiuscate.</p>

**ANEXA K**  
**Pagina 4 din 9**

			umed-până la 110 MW		
7	<p>Produsul secundar rezultat</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tipul produsului secundar</li> <li>2. Depozitarea produsului secundar</li> </ol>	<p>Gips (<math>\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}</math>)</p> <p>Calitatea foarte bună a gipsului rezultat face posibilă reutilizarea sa ca material în industria cimentului și a materialelor de construcții</p> <p>În SUA nu se reutilizează deoarece există suficient spațiu pentru depozitare. În celelalte țări datorită spațiilor limitate de depozitare, gipsul este reutilizat prin valorificare</p>	<p>Componente ale cenușii și produsului de reacție (cenușă + <math>\text{CaSO}_3</math> + <math>\text{CaSO}_4</math> + <math>\text{Ca(OH)}_2</math>)</p> <p>Produsul secundar rezultat este trimis la depozitul de zgură și cenușă deoarece caracteristicile sale fizice (mic particule uscate) îl fac similar cenușii.</p> <p>În prezent se fac cercetări pentru reutilizarea lui ca fertilizator.</p>	<p>Componente ale cenușii și produsului de reacție (cenușă + <math>\text{CaSO}_3</math> + <math>\text{CaSO}_4</math> + <math>\text{Ca(OH)}_2</math>)</p> <p>Produsul secundar este asemănător cu cel din procedeul semiuscat, deci este trimis la depozitul de zgură și cenușă.</p>	
8	<p>Utilități</p> <p>1.Substanța absorbantă</p>	<p>Piatra de calcar <math>\text{CaCO}_3</math></p> <p>Prețul de cost este cel mai scăzut (3 ÷ 8 Euro/tona).</p> <p>Piatra de calcar este măcinată, obținându-se o pulbere fină ce se amestecă cu apă, fiind utilizată în absorber sub formă de soluție (~30% concentrație).</p> <p>În cazul oxidării</p>	<p>Var stins <math>\text{Ca(OH)}_2</math>)</p> <p>Caracteristicile de reacție sunt mai bune decât ale pitrei de calcar.</p> <p>Varul este stins cu apă într-o instalație specială, prin încălzire, la temperatura de 80°C obținându-se o soluție.</p> <p>Pentru a atinge</p>	<p>Piatra de calcar <math>\text{CaCO}_3</math></p> <p>În vederea obținerii unei eficiențe a desulfurării de 70 %, este necesară o cantitate de două ori mai mare de piatră de calcar în procedeul umed</p>	<p>Var stins <math>\text{Ca(OH)}_2</math>)</p> <p>Pentru ca reacția să fie mult mai bună se utilizează varul stins.</p> <p>Pentru a atinge o eficiență de desulfurare de 70 % este necesară aceeași cantitate de var ca în procesul semiuscat.</p>

**ANEXA K**  
**Pagina 5 din 9**

		forțate, sistemul poate fi proiectat cu o rată de alimentare cu absorbant în exces, de circa 1,02.	aceeași eficiență ca metoda cu piatră de calcar este necesară alimentarea absorberului cu o rată în exces de circa $1,3 \div 1,5$ . Aceasta implică o cantitate mult mai mare de absorbant necesară, care este și mult mai scump ca și calcarul ( $60 \div 80$ euro/tonă).		
	2 .Apa	<p>Apa este necesară pentru:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Apa evaporată din turnul absorberului;</li> <li>– Suprafața umezită a produsului secundar- gips;</li> <li>– Apă de cristalizare pentru produsul secundar gips:</li> <li>– Apă de adaos pentru controlul calității lichidului în întregul sistem.</li> </ul> <p>Apa uzată rezultată din procesul de pompare a gipsului poate fi reciclată ca apă de dizolvare a calcarului, etc.</p>	<p>Procedeul necesită aceeași cantitate de apă ca cel umed, deoarece aproape toată cantitatea de apă pulverizată cu absorberul se evaporă și merge către coșul de fum</p>	<p>Aproape toată apa pulverizată în turnul de desulfurare se evaporă și merge către coșul de fum. Această metodă necesită aceeași cantitate de apă ca în metoda umedă.</p>	
	3. Abur	Gazele de ardere sunt încălzite într-un	Aburul este necesar pentru soluția de	Pentru echipamentul de încălzire nu este necesar abur din același motiv ca în procedeul	

**ANEXA K**  
**Pagina 6 din 9**

		schimbător gaz/gaz, pentru care este nevoie de abur pentru suflarea funinginii	absorbant în instalația de stingere. Pentru încălzirea gazelor de ardere nu este necesar abur pentru că acestea sunt menținute în stare uscată.	semiuscat	
	4. energie electrică	Principalii consumatori sunt pompele de recirculare a soluției de calcar și ventilatorul de gaze de ardere. Această metodă are consumul cel mai mare de putere electrică față de celelalte metode	Consumul de putere este de cca 70 %, din cel al metodei umede. Absorberul semi-uscat are puține echipamente interne și nu necesită nici pompe de capacitate mare pentru circulația soluției de var.	Aceste metode sunt simplificate și au mult mai puține echipamente componente ca celelalte metode, astfel încât consumul de putere este de cca 18 ÷ 20 % din cel al metodei semiuscate	
	5 altele	Sistemul de tratare al apei uzate trebuie izolat termic			
9	Apa uzată	Aceasta rezultă din procesul de preparare a gipsului. Cantitatea de apă depinde de soluția nereacționată evacuată din absorber. Densitatea de cloruri este strict controlată prin adios de soluție de reacție, deoarece influențează eficiența desulfurării și rezistența la coroziune a întregului sistem. Apa uzată conține	Nu se produce apă uzată deoarece apa injectată în soluția de var se evaporă, iar produsele de reacție sunt evacuate sub formă de particule uscate	Nu se produce apă uzată deoarece produsele de reacție sunt evacuate sub formă de particule uscate ca în metoda semiuscată	

**ANEXA K**  
**Pagina 7 din 9**

		praf, fluoruri, cloruri, și COD care rezultă din formarea gipsului		
10	<p>Caracteristici de funcționare :  Variația sarcinii cazanului</p> <p>Funcționalitate</p>	<p>Metoda de desulfurare răspunde bine la variația normală a sarcinii cazanului de abur menținând randamentul de desulfurare pentru care a fost proiectată. Timpul constant de reținere a SO<sub>2</sub> de către soluția de calcar este suficient, pentru ca sistemul să poată urmări variația sarcinii cazanului</p> <p>Această metodă este simplă, fără prea multe componente în fiecare instalație, de aceea funcționează ușor. Imediat după desulfurare gazele de ardere pot fi evacuate.</p>	<p>Pentru variații normale ale sarcinii cazanului, metoda oferă același mod de adaptare ca și în cazul procesului umed. Totuși există o limitare a temperaturii minime a gazelor de ardere intrate care absorberul poate fi pus în funcțiune (injecția de soluție de var), astfel încât să se poată menține temperatura de ardere la ieșire peste temperatura de rouă. La pornirea cazanului injecția de absorbant este mai târzie, iar la oprirea cazanului injecția de absorbant se face mai înainte. În timpul opririi și pornirii nu se poate atinge randamentul de desulfurare, ceea ce implică o creștere temporară a concentrației de SO<sub>2</sub></p>	<p>Acest sistem răspunde la variațiile sarcinii cazanului prin controlul alimentării cu absorbant în focar sau în canalul de gaze de ardere și a cantității de apă pulverizată în turnul de desulfurare. Gradul de reținere a SO<sub>2</sub> depinde foarte mult de temperatura gazelor în zona de injecție a absorbantului. De asemenea și funcționarea turnului este foarte sensibilă la temperatura gazelor de ardere. Randamentul de desulfurare se schimbă prin variația sarcinii cazanului și a temperaturii gazelor de ardere. De aceea, acest sistem este potrivit pentru o centrală electrică care funcționează la sarcină continuă și nu pentru una la care sarcina crește/decreește sau pornește/ se oprește.</p> <p>Alegerea controlului potrivit cantitatea de absorbant injectat, debitul de apă pulverizat și temperatura gazelor de ardere evacuate din turn poate ridica probleme în diverse condiții de funcționare, deoarece de variația sarcinii cazanului și de temperatura gazelor de ardere. Această instalație este sensibil influențată de variația sarcinii și condițiile de funcționare, cum ar fi: arzătoare, neoperabile, tipul cărbunelui, etc.</p>

**ANEXA K**  
**Pagina 8 din 9**

			<p>în gazele de ardere evacuate.</p> <p>La sarcină normală funcționarea instalației este asemănătoare cu cea din metoda umedă. Dar în timpul pornirii/opririi, sunt limitări importante ale temperaturii de ardere evacuate din absorber</p>	
11	Mentenanță	<p>Trebuie luate măsuri pentru prevenirea coroziunii și abraziunii datorate SO<sub>2</sub> și a cenușii din gazele de ardere și în manipularea substanței absorbante și a produsului lor secundar.</p> <p>Pentru aceasta, sunt alese material anticorozive și antiabraziune în concordanță cu proprietățile lichidului și/sau chimice.</p> <p>Pentru coloana absorberului și bazin sunt aplicate diverse rășini, conductele sunt cauciucate, iar pentru pompele din circuitele</p>	<p>Cele mai importante problem sunt abraziunea și înfundarea duzelor pulverizatorului rotativ.</p> <p>Discul rotativ (11000 rot/min) echipează pulverizatorul rotativ.</p> <p>Pentru prevenirea abraziunii este necesar ca o dată la trei luni, să se efectueze curățirea, inspecția și repararea duzelor. În fiecare an duzele trebuie înlocuite.</p>	<p>Întreținerea este mult mai ușoară decât în procedeele umede și semiuscate, deoarece instalațiile sunt mult mai simple.</p> <p>Trebuie să fie luate măsuri în vederea evitării abraziunii și înfundării duzelor de pulverizare.</p>



**ANEXA K**  
**Pagina 9 din 9**

		<p>soluțiilor de calcar și gips sunt alese oțeluri inoxidabile antiabrazive sau sunt cauciucate.</p> <p>Pentru eliminarea depunerilor este necesară curățarea periodic a coloanei, bazinelor și conductelor din instalațiile soluției de calcar și șlamului de gips</p>		
12	Altele		<p>Pentru centralele electrice cu blocuri între 200 și 500 se utilizează 1 singură instalație (absorberul are un diametru de circa 14 m)</p> <p>Pentru un volum mai mare de gaze de ardere sunt necesare mai multe instalații, de exemplu, pentru un bloc de 500 MW sunt necesare trei absorbere.</p>	<p>Diametrul turnului de desulfurare este de cca 10m pentru un bloc de 200 MW. Ținând cont și de echipamentele auxiliare este necesar o zonă cu un diametru de cca 12 m</p>