

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Physical tar removal using oil-based absorption in venturi scrubber producing syngas microbubble for biomass gasification
著者(和文)	ウンヤパン シリワット
Author(English)	Siriwat Unyaphan
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10655号, 授与年月日:2017年9月20日, 学位の種別:課程博士, 審査員:吉川 邦夫,竹下 健二,日野出 洋文,高橋 史武,時松 宏治,梶谷 史朗
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10655号, Conferred date:2017/9/20, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	Siriwat Unyaphan		
論文審査 審査員		氏 名	職 名		氏 名	職 名
	主査	吉川 邦夫	教授	審査員	高橋 史武	准教授
	審査員	竹下 健二	教授		梶谷 史朗	特任准教授
		日野出 洋文	教授			
		時松 宏治	准教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Physical tar removal using oil-based absorption in venturi scrubber producing syngas microbubble for biomass gasification」と題し、バイオマスガス化ガスの微小気泡を生成するベンチュリスクラバーの利用によって、低コストで高効率な物理的タール除去を可能にする技術の開発を目的として、全 6 章から構成されている。

第 1 章「Introduction」では、本研究の背景として、バイオマスガス化技術とガス化時に発生するタールの問題について概観している。そして、種々のタール低減技術が紹介され、本研究では特に、吸収による物理的なタール除去に焦点を当てることが述べられている。そして、吸収剤の選定、スクラバーの種別ならびに吸収剤の再生の観点から既往研究を紹介し、本研究の目的とオリジナリティが述べられている。

第 2 章「Effect of emulsified absorbent for tar removal in biomass gasification process」では、疎水性と親水性の両タール成分の吸収除去効率を最大化させることを目的として、吸収剤として、純粋な植物油 (VO) とその植物油に微粒化された水を 2.5%~15%添加したエマルジョン油 (EO) の比較・検討が行われている。実験では、杉の熱分解によって得た、タールを含有する熱分解ガスをバブリング方式で両吸収剤中に導いて、重質タールと軽質タールのそれぞれの除去性能が比較されている。実験の結果、重質タール除去効率は、VO では 80.0%であったのに対して、水を 7.5%添加した EO (7.5%EO) で、87.6%の最大除去効率が得られている。一方、軽質タールについては、エンジン内で凝集する可能性のあるフェノールとナフタレンの除去効率を調べた結果、両吸収剤で大きな差異はないことが明らかにされている。

第 3 章「Improvement of tar removal performance of oil scrubber by producing syngas microbubbles」では、まず、植物油のベンチュリスクラバーを用いた微小気泡生成に関する基礎研究として、ベンチュリ管の設計が、微小気泡の粒径分布、平均粒径、数密度ならびに比表面積に与える影響が検討されている。そして、実験室規模の装置で、ガス化ガスの比表面積を変化させた時に、重質タールと軽質タールの除去性能がどのように変わるのかを調べた結果、比表面積が増加するほど、タール除去性能が向上し、最大で 97.7%の重質タール除去効率と 100%の軽質タール除去効率が達成され、ベンチュリスクラバーでは、第 2 章で述べたバブリングスクラバーを大幅に上回るタール除去性能が得られることが実証されている。また、熱入力 650kW のパイロット規模の空気吹き流動床ガス化炉にベンチュリスクラバーを適用し、20 時間の連続タール除去実験を行った結果、平均 87.1%の重質タール除去効率と 100%のフェノール及びナフタレンの除去効率が達成されたことが報告されている。

第 4 章「Comparative performance of oil and emulsified absorbent in scrubber producing syngas microbubbles」では、ガス化ガスと吸収剤の二相流を仮定して決定されたレイノルズ数を乱流の程度を表す指標として用いて、微小気泡を生成する乱流混合の度合いを変化させた時に、ベンチュリスクラバーでの VO と 7.5%EO のタール除去性能がどのように変化するのかが調べられている。まず、実験室規模のベンチュリスクラバーを用いて、レイノルズ数がタール除去効率に及ぼす影響を調べた結果、両吸収剤共に、レイノルズ数が最大の時に、タール除去効率が最大となり、重質タール除去効率は VO で 97.7%、7.5%EO で 100%、フェノールとナフタレンの除去効率は両吸収剤共に 100%となることが示された。また、物質移動速度を調べた結果、同一の条件下では、7.5%EO のほうが VO よりも、液側の体積物質移動係数が大きいことが明らかにされ、これが、VO に比べて、7.5%EO のタール除去率が高い理由であると説明されている。

第 5 章「Performance of absorbent regeneration by a series of filtration and air-blown stripping for tar removal in biomass gasification」では、濾過法と空気吹きストリッピング法を組み合わせた再生を行うことで、植物油の吸収剤のタール除去容量をどの程度向上させることができるのかが検討されている。10 時間の連続タール除去実験を実施した結果、再生を行わない場合に比べて、重質タール除去容量が 191%、軽質タール除去容量が 273%増加し、再生後の植物油のタール除去性能は、新品の植物油のそれとほとんど変わらず、適切に再生することで、植物油を長時間タール吸収に利用できる可能性が示されている。

第 6 章「Conclusion」では、得られた成果の総括と、今後の研究の展望が述べられている。

以上、本論文で行われた研究では、植物油あるいはエマルジョン油を吸収剤として、バイオマスガス化ガスの微小気泡を生成するベンチュリスクラバーの利用及び適切な吸収剤の再生によって、低コストで高効率な物理的タール除去が可能であることが実証されており、工学的に重要な貢献があると認められ、博士 (工学) の学位論文として価値あるものと判断する。