

# Mineral oil adhesives in metallocene polyolefin hot melts

## Adesivi a base di oli minerali per hot melt con poliolefine metallocene



Dr. Peter Kaali - NYNAS, Sweden

P. Kaali

During the past few years, metallocene polyolefin elastomers (mPO) have become significant market players and are growing continuously in several industrial segments. Strong penetration can be observed in hot melt adhesives (HMA) where the dominant polymer is still styrene block copolymer (SBC). Due to the unique properties, versatile applicability and supply benefits polyolefin based alternatives are becoming increasingly favourable and have also started to replace SBCs in certain HMA applications. The estimated global demand for SBCs and polyolefins are expected to be equal by 2020.

Mineral oil is used as plasticiser in a variety of hot melt applications (e.g. tapes, labels, flooring, hygiene articles etc). The function of the plasticiser is to lower the melt viscosity, to adjust glass transition temperature and the end-use properties. Similarly to SBCs, mPOs are also high molecular weight compounds that require plasticiser to meet certain property requirements. Hence, it is of great importance to assess the compatibility and impact of mineral oils on the performance of mPO-based HMAs.

The current study aims to investigate the effect of different mineral oils on typical adhesive properties i.e. peel adhesion, shear performance, viscoelasticity, oil extendibility in mPO-based HMA formulations. Three polymers were tested; an olefin block copolymer (OBC), an ethylene-octene copolymer (EO) and a polypropylene-based (PP) elastomer. In order to monitor the impact of different mineral oils naphthenic and paraffinic grades were compared.

Since one of the biggest outlets for these adhesives is the hygiene industry – more specifically non-woven applications i.e. diapers and feminine care – the formulations were based on general construction adhesive recipes.

In order to limit the effect of different components, the formulations were kept simple and containing only the most essential ingredients (Table 1.) All samples were spray coated on PE non-woven substrates and the spray pattern was optimized. In order to evaluate the weight reduction possibility of the adhesive three different add-on levels were used; 2, 3 and 4 grams.

*In questi ultimi anni, gli elastomeri poliolefine metallocene (mPO) sono diventati prodotti predominanti del mercato denotando una crescita continua in vari segmenti industriali. Si osserva una presenza consistente negli adesivi (HMA) dove il polimero prevalente è ancora il copolimero stirene a blocco (SBC). Grazie alle sue proprietà uniche, alla versatilità di applicazione e a un'offerta vantaggiosa, i prodotti alternativi a base di poliolefine sono sempre più noti e hanno iniziato a sostituire gli SBC per alcune applicazioni HMA. La stima della domanda globale di SBC e delle poliolefine entro il 2020 è uguale.*

*L'olio minerale è utilizzato come plastificante in molte applicazioni di hot melt (ad es. nastri, etichette, pavimentazioni, articoli per l'igiene e altri). La funzione del plastificante è quella di ridurre la viscosità di fusione, di regolare la temperatura di transizione vetrosa e le proprietà finali. Simili a SBC, gli mPO sono inoltre composti ad alto peso molecolare che richiedono il plastificante per soddisfare alcuni requisiti. Quindi, è molto importante valutare la compatibilità e l'impatto esercitato dagli oli minerali sulla prestazione degli HMA a base di mPO.*

*Lo studio presentato in questo articolo prende in esame l'effetto esercitato dai vari oli minerali sulle proprietà tipiche dell'adesivo, ad esempio l'adesione alla prova dello scollamento, la resistenza alle forze di taglio, la viscoelasticità, l'incremento di olio nelle formulazioni HMA a base di mPO. Sono stati esaminati tre polimeri: un copolimero a blocco a base di olefine (OBC), un copolimero etilene-ottene (EO) e un elastomero a base propilenica (PP). Per monitorare l'impatto esercitato da vari oli minerali sono state confrontate le varianti naftenica e paraffinica.*

*Poiché uno dei principali sbocchi di questi adesivi è l'industria produttrice di prodotti per l'igiene, e più in particolare le applicazioni non tessute come i pannolini e i prodotti per l'igiene femminile, le formulazioni si sono basate su formulazioni di adesivi da costruzione universali. Per limitare l'effetto di vari componenti, le formulazioni erano semplici e contenenti soltanto gli ingredienti essenziali (tab.1). Tutti i campioni sono stati rivestiti con applicazione a*

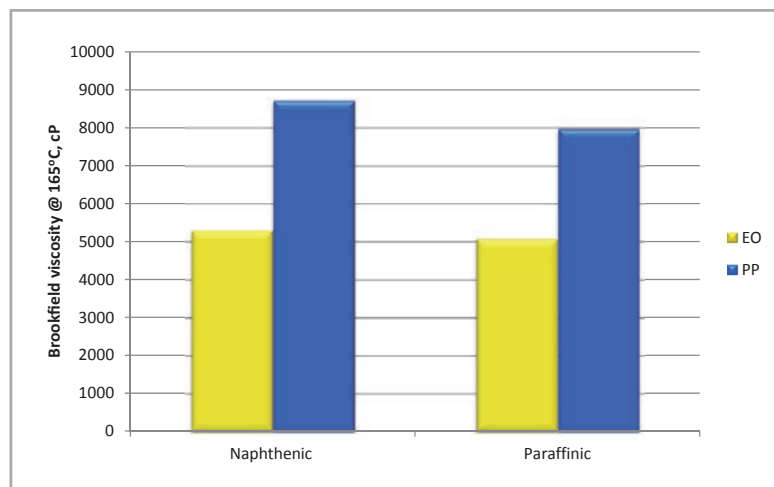
Ingredients Ingredienti	Description Descrizione	F1	F2	F3	F4
Polymer Polimero	Ethylene-octene copolymer Copolimero etilene-ottene	20	20		
	Polypropylene elastomer Elastomero polipropilene	20		20	20
Resin Resina	Hydrogenated hydrocarbon resin Resina idrocarbonica idrogenata	59.5	59.5	59.5	59.5
Mineral oil Olio minerale	Naphthenic Naftenico	20		20	
	Paraffinic Paraffinico		20		20
Stabilizer Stabilizzante	Hindered phenol Impedimento fenolico	0.5	0.5	0.5	0.5

Tab. 1  
Formulation of EO and PP based HMA  
Formulazione di HMA a base di EO e PP

spruzzo su substrati non-tessuti PE ottimizzando il disegno dello spray. Al fine di valutare la possibile riduzione di peso dell'adesivo, sono stati adottati diversi livelli di aggiunta, pari a 2, 3 e 4 grammi.

### CONFRONTO FRA LE PRESTAZIONI DEI PLASTIFICANTI A BASE DI NAFTENICI E PARAFFINICI NELLE FORMULAZIONI A BASE DI PE E PP

In fig. 1 sono riportati i risultati della viscosità di fusione di entrambe le formulazioni dei prodotti da costruzione a base di EO e PP. Le misure sono state eseguite a 165°C. Nelle formulazioni a base di EO non sono state riscontrate differenze fra i plastificanti naftenici e paraffinici e nel caso dei campioni a base di PP, i naftenici hanno mostrato una viscosità più elevata. Ciò è dovuto alla superiore polarità delle molecole nafteniche. Un'altra proprietà dell'olio che influisce sulla viscosità di fusione è l'indice della viscosità (VI) che corrisponde alla misura del calo di viscosità in funzione della temperatura. Tipicamente, le molecole nafteniche presentano un valore VI inferiore rispetto alle paraffiniche e ciò significa che la diminuzione della viscosità è superiore nelle molecole nafteniche conseguentemente all'incremento della temperatura. Di conseguenza, in questo caso, ciò significa che se la temperatura dovesse essere incrementata fino ai 180°C, la viscosità di entrambe le nafteniche e paraffiniche risulterebbe uguale o leggermente inferiore nelle nafteniche. La viscosità di fusione è particolarmente importante per l'applicazione dello strato adesivo sul substrato. La scelta di un olio minerale a basso VI (elevata riduzione della viscosità) garantirebbe la possibilità di ridurre la temperatura di applicazione. Tutto questo gioca un importante ruolo sul processo produttivo e sull'efficacia di processo in quanto equivarrebbe a consumi inferiori di energia dovuti ad una temperatura inferiore.



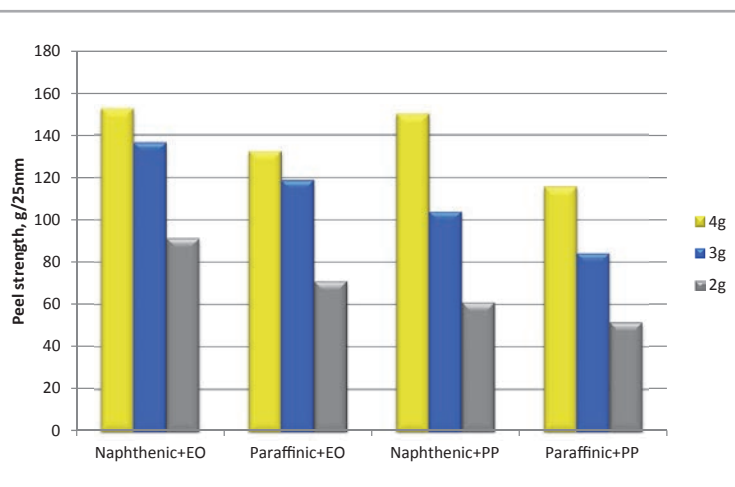
**Fig. 1**  
Melt viscosity comparison of EO and PP based HMA formulations containing naphthenic and paraffinic oil  
Confronto della viscosità di fusione fra le formulazioni HMA a base di EO e PP contenenti olio naftenico e paraffinico

La prestazione riveste un'importanza speciale nell'area del range termico nel caso dei pannolini o di altri adesivi non tessuti che entrano in contatto con il corpo umano oppure che vengono usate ad alte temperature. Tipicamente, le proprietà di scollamento come la resistenza allo scollamento peggiorano proporzionalmente agli incrementi della temperatura. In fig. 2 sono riportati i valori della resistenza allo scollamento a 37°C per i campioni a base di EO e PP, comprese le varie quantità in aggiunta. Si osserva chiaramente che nei polimeri contenenti olio naftenico i valori relativi allo scollamento sono significativamente più elevati

### PERFORMANCE COMPARISON OF NAPHTHENIC AND PARAFFINIC PLASTICISERS IN PE AND PP BASED FORMULATIONS

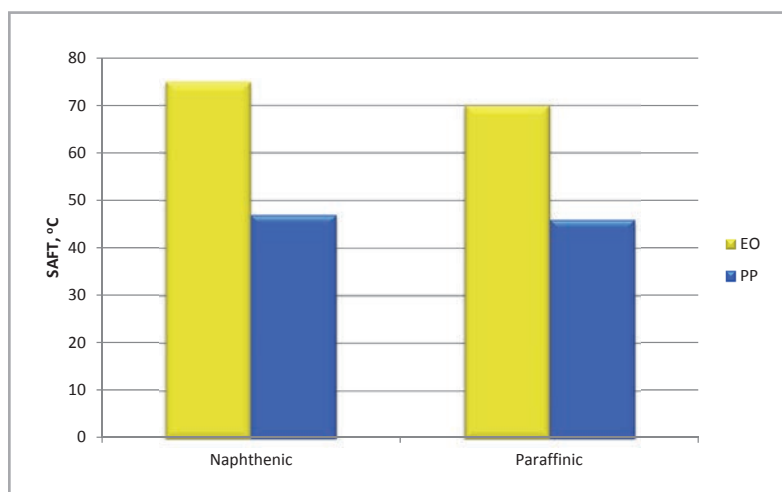
Figure 1 presents the melt viscosity results of both EO and PP based construction formulation. The measurements were carried out at 165°C. In EO based formulation no difference was observed between naphthenic and paraffinic plasticisers. In case of PP based samples naphthenics showed slightly higher viscosity. This is due to the higher polarity of naphthenic molecules. Another oil property that influences the melt viscosity is the viscosity index (VI) which is the measure of viscosity drop as a function of temperature. Typically naphthenic molecules have lower VI value compared to paraffinics. This means that the viscosity drop is bigger for naphthenics when the temperature is increased. Therefore, in the current case it means that if the temperature would be increased up to 180°C, the viscosity of both naphthenic and paraffinic would be equal or slightly lower for naphthenics. Melt viscosity is especially important for the application of the adhesive layer on the substrate. Choosing a mineral oil with a low VI (high viscosity drop) would ensure that the application temperature could be decreased. This has an impact on the manufacturing and processing efficiency as it would mean lower energy consumption due to the lower temperature.

Performance has special importance within the service temperature range in case of diaper or other non-woven adhesives that come in contact with human body or used at elevated temperatures. Typically the peel properties such as peel strength decreases with the increasing temperature. On Figure 2 the peel strength values at 37°C are presented for both EO and PP based samples including the different add-on levels. It is clearly visible that in both polymers containing naphthenic oil the peel values are significantly higher at high add-on levels compared to paraffinics. By decreasing the weight of the adhesive on the substrate there is a trend of decreasing peel strength. This is expected as the adhesive layer between the substrates is getting thinner. If we compare the peel values of naphthenic and paraffinic formulations as a function of decreasing adhesive add-on levels it seems that the difference between the two types of mineral oil plasticisers is reduced. However, even at the lowest add-on level (2 grams) naphthenic plasticisers ensure significantly higher peel performance.



**Fig. 2**  
Peel strength of EO and PP based HMA in case of decreasing add on levels  
Resistenza allo scollamento di HMA a base di EO e PP con livelli in aggiunta inferiori

The shear performance plays higher role in case of tapes and labels, but it is certainly important for non-woven adhesives as well. In case of PP based formulations no difference was observed between naphthenic and paraffinic grades, which was expected (Figure 3). This property is mainly polymer and tackifier dependent. Nevertheless, it seems that naphthenic oils can contribute to the shear performance in EO adhesives. It resulted in significantly higher SAFT value compared to the paraffinic sample.



**Fig. 3**  
Comparison of shear adhesion failure temperature of EO and PP based HMA

**Confronto fra le temperatura di degradazione dell'adesione a scorrimento di HMA a base di EO e PP**

The viscoelastic behaviour and the rheology of the adhesive basically define the overall performance, manufacturing and processing conditions. Therefore, in-depth analysis of rheology curves can be a great tool in rapid formulation development and adjustment. Many different properties can be predicted from the rheology data (e.g. peel strength, creep, open time, viscosity, glass transition etc.).

By comparing the rheology curves of formulations containing naphthenic and paraffinic plasticisers significant differences were observed (Figure 4-5). Naphthenic oils contribute to higher storage and loss modulus, therefore higher peel values could be expected. This correlates well with the peel adhesion results. There is another significant difference in the  $\tan\delta$  peak compared to paraffinic formulations. The glass transition temperature ( $T_g$ ) is shifted by approximately 5-10°C. This is due to the difference between naphthenic and paraffinic oils. Paraffinics have typically 5-10°C lower  $T_g$  which is the reason for such difference. Having a naphthenic could be beneficial, because due to the higher  $T_g$  more oil could be added to the formulation and along that the resin content could be reduced as well. This will result in a lower formulation cost of the adhesive.

In addition to the  $T_g$ , the characteristics of the  $\tan\delta$  curve could also indicate other properties. The higher the  $\tan\delta$  at the  $T_g$ , the better the flow and wet out of the adhesive. This has a direct impact on the processing and application of the hot melt. It is typically higher with naphthenics and was observed to be in both EO and PP formulations. In case of PP samples the difference in the characteristic of the  $\tan$  curve between naphthenic and paraffinic oils is more pronounced. The shape of the  $T_g$  peak corresponds to compatibility. Based on this naphthenic and paraffinic oils is expected to have similar compatibility with

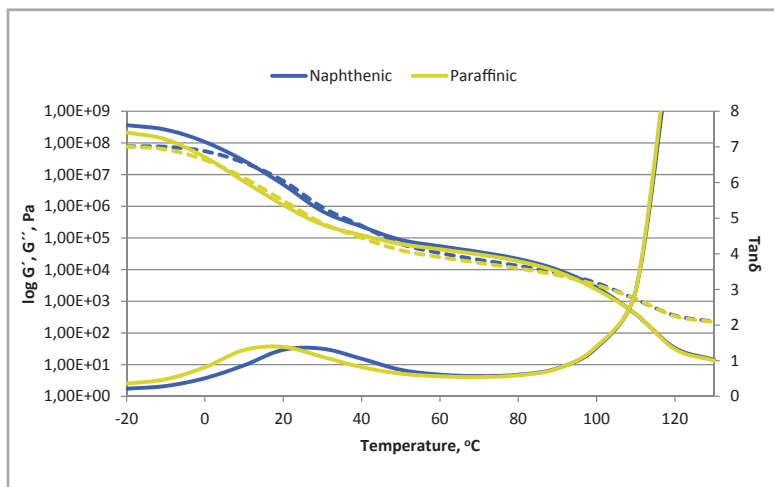
ad alti livelli di aggiunta rispetto ai paraffinici. Diminuendo il peso dell'adesivo sul substrato si osserva la tendenza ad una riduzione della resistenza allo scollamento. Ciò è prevedibile perché lo strato adesivo fra il substrato perde spessore. Se si confrontano i valori dello scollamento delle formulazioni a base di naftene e paraffine in funzione dei livelli in aggiunta decrescenti di adesivo, sembra che la differenza fra le due tipologie di plastificanti a base di olio minerale si riduca. Tuttavia, anche con livelli di aggiunta minimi (2 grammi), i plastificanti naftenici garantiscono una prestazione allo scollamento significativamente più elevata. La resistenza al taglio gioca anch'essa un'importanza primaria nel caso di nastri e di etichette, ma è certamente importante anche per gli adesivi non-tessuti. Riguardo alle formulazioni a base di PP non è stata osservata alcuna differenza fra le varianti naftenica e paraffinica, come previsto (fig. 3). Questa proprietà dipende principalmente dal polimero e dal collante. Nonostante ciò, sembra che gli oli naftenici possano contribuire alla prestazione delle forze di taglio negli adesivi EO, da cui deriverebbe un valore SAFT molto più elevato rispetto al campione a base di paraffina.

Il comportamento viscoelastico e la reologia dell'adesivo definiscono fondamentalmente le condizioni generali della prestazione, di produzione e di processo. Di conseguenza, l'analisi approfondita delle curve della reologia possono essere uno strumento molto valido nello sviluppo rapido e nell'adeguamento della formulazione. È possibile prevedere molte differenti proprietà dai dati reologici (ad es. resistenza allo scollamento, scorrimento, tempi di ripresa, viscosità, transizione vetrosa ecc.) Nell'analisi comparata delle curve di reologia delle formulazioni contenenti plastificanti a base di nafteniche e paraffina, sono state osservate differenze significative (figg 4 e 5). Gli oli naftenici contribuiscono allo stoccaggio e alla perdita di modulo con la possibilità di prevedere valori di scollamento più alti, il che è correlabile ai risultati dell'adesione a scollamento. Si osserva un'altra differenza significativa nei valori massimi  $\tan\delta$  rispetto alle formulazioni a base di paraffina. La temperatura di transizione vetrosa ( $T_g$ ) varia approssimativamente di 5-10°C e ciò è dovuto alla differenza fra gli oli a base di naftene e quelli a base di paraffina. Gli oli paraffinici presentano una  $T_g$  che è inferiore di 5-10°, la ragione di tale differenza. L'olio naftenico può apportare delle migliorie perché nella formulazione può essere aggiunta una quantità di olio superiore, grazie alla  $T_g$  più alta e oltre a questo il contenuto di resina può essere anch'esso ridotto e i costi della formulazione dell'adesivo risultano inferiori.

Oltre alla  $T_g$ , le caratteristiche della curva  $\tan\delta$  possono indicare altre proprietà. Quanto più alto è il valore  $\tan\delta$ , data la  $T_g$ , quanto più adeguati saranno lo scorrimento e la bagnabilità dell'adesivo. Tutto questo esercita un impatto diretto sul trattamento e sull'applicazione dell'adesivo ad alto punto di fusione. Esso risulta essere tipicamente più elevato nelle nafteniche, dato osservato in entrambe le formulazioni EO e PP. Nel caso dei campioni PP la differenza delle caratteristiche della curva  $\tan\delta$  fra gli oli a base di naftenici e paraffina è più marcata. La forma del picco  $T_g$  corrisponde alla compatibilità. Con i naftenici e le paraffine, gli oli possono avere una compatibilità simile con EO, tuttavia, il valore massimo della  $T_g$  è molto più ristretto e rigoroso nei naftenici di PP, denotando un grado più elevato di compatibilità. Per quanto riguarda altre proprietà, non sono state osservate importanti differenze. La resistenza allo scorrimento, i tempi di ripresa e la temperatura di fusione risultano prevedibilmente simili indipendentemente dalla tipologia di olio minerale.

#### **EFFETTO ESERCITATO DAL CARICO DI OLIO SUGLI ADESIVI AD ALTO PUNTO DI FUSIONE A BASE DI OBC**

Il contenuto di olio gioca un ruolo importante nella formulazione degli hot melt in quanto influisce sulle proprietà e sui costi del prodotto finale. Di conseguenza, per capire in quale misura i livelli di olio contribuiscono alla prestazione di



**Fig. 4**  
Rheology of EO based HMA containing naphthenic and paraffinic oil  
Reologia di HMA a base di EO contenente olio paraffinico e naftenico

EO, however  $T_g$  peak is much narrower and sharper for naphthenics in PP, therefore it indicates higher degree of compatibility. In other predicted properties no significant difference was observed. The creep resistance, open time and melting temperature is expected to be similar regardless the grade of the mineral oil.

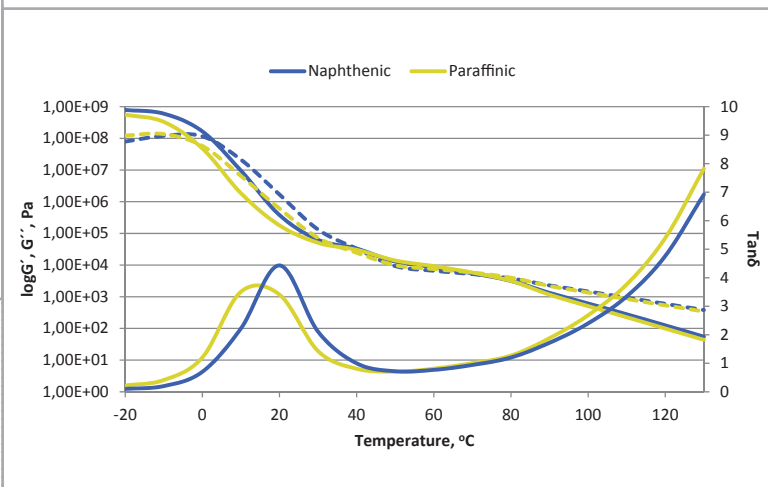
HMA, sono state preparate formulazioni di non tessuti con quantità in aggiunta crescenti di olio (tab. 2) per poi valutare la prestazione di ogni formulazione. La viscosità di fusione di ogni formulazione è stata misurata a varie temperature. Si prevedeva che incrementando la quantità di olio la viscosità diminuisse per via del superiore effetto plastificante (fig. 6). A 140°C si è osservata una leggera differenza fra la viscosità dei campioni con contenuto di olio variabile dal 15% al 20%. Incrementando la temperatura la differenza si è intensificata, ma la viscosità di queste due formulazioni è rimasta pressoché uguale a certe temperature. È stato notato un maggiore effetto plastificante soltanto con carichi di olio massimi (25%). In questo caso la viscosità a 140° era la metà degli altri due campioni e non è cambiata molto aumentando la temperatura a 160°C, a dimostrazione del fatto che un contenuto di olio superiore può esercitare un impatto notevole sul trattamento dell'adesivo ad alto punto di fusione. È possibile diminuire la temperatura di applicazione insieme all'aumento del contenuto di olio. Tutto questo ha un impatto sull'efficacia energetica del trattamento.

In generale, un effetto plastificante più marcato potrebbe influire negativamente sulle proprietà di scollamento. In fig. 7 è descritta la resistenza allo scollamento dell'adesivo a 37°C in funzione del contenuto di olio. Con quantità in aggiunta di 4 e 3 grammi la resistenza allo scollamento segue una tendenza meno evidente in funzione delle minori quantità in aggiunta. Con un contenuto di oli pari al 15%

non è stato possibile misurare la resistenza allo scollamento a causa della degradazione del substrato. Ciò indica che la resistenza allo scollamento di questo campione è superiore a quella degli altri. Con 2 grammi in aggiunta sembra che la quantità di olio rivesta un ruolo meno importante sul grado di scollamento. Indipendentemente dalla quantità di olio la resistenza allo scollamento è risultata pari a 50 g/25 mm, a dimostrazione del fatto che con quantità inferiori di adesivo

Ingredients Ingredienti	Description Descrizione	F1	F2	F3
Polymer Polimero	Olefin block copolymer Copolimero a blocco olefinico	20	20	20
Resin Resina	Aliphatic hydrocarbon resin Resina idrocarbonica alifatica	60	55	50
Mineral oil Olio minerale	Naphthenic Naftenico	15	20	25
Wax Cera	PE homopolymer Omopolimero PE	5	5	5

**Tab. 2**  
Formulation of OBC based HMA  
Formulazione di HMA a base di OBC



**Fig. 5**  
Rheology of PP based HMA containing naphthenic and paraffinic oil  
Reologia di HMA a base di PP contenente olio naftenico e paraffinico

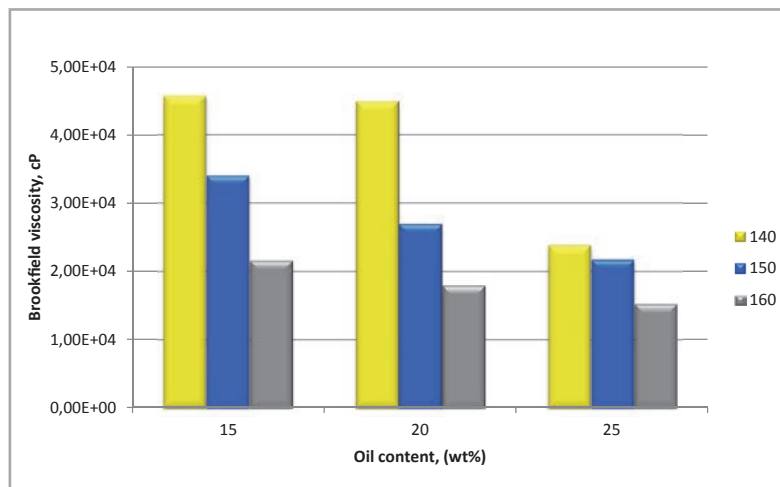
**EFFECT OF OIL LOADING ON OBC BASED HOT MELT ADHESIVES**

Oil content has high importance in hot melt formulation as it impacts the properties and the cost of the final product. Therefore, in order to investigate how different oil levels contribute to the performance of HMA, general non-woven formulations with increasing oil and add-on levels were prepared (Table 2) and the performance of each formulation was evaluated.

The melt viscosity of each formulation was measured at different temperatures.

It was expected that with the increasing oil content the viscosity would decrease as the plasticising effect is more pronounced (Fig. 6). At 140°C there was a slight difference between the viscosity of samples with 15% and 20% oil content. By increasing the temperature the difference seemed to slightly increase as well but still the viscosity of these two formulations were quite similar at certain temperatures. Increased plasticising effect was observed only at the highest oil loading (25%). In this case the viscosity at 140°C was half of the other two samples and has not changed much by increasing the temperature up to 160°C. This indicates that higher oil content could have a significant impact on processing of the hot melt. It is possible to lower the application temperature in combination with higher oil content. This has an impact on energy efficiency of the processing.

In general by increasing the plasticising effect it is expected to have a negative



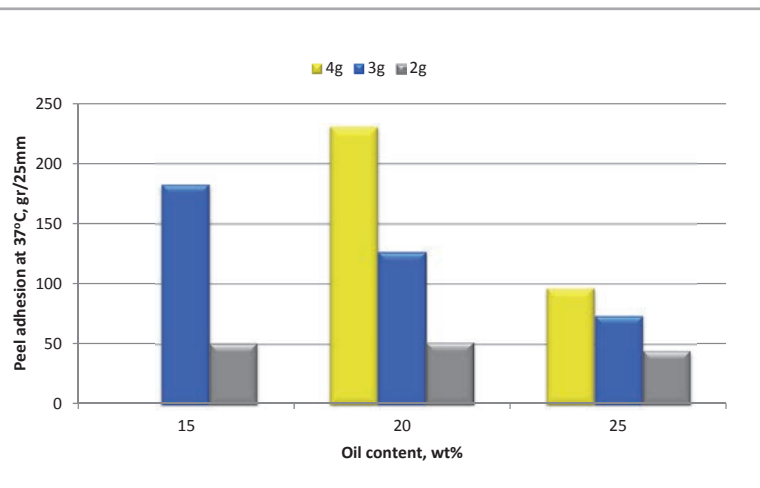
**Fig. 6**  
Melt viscosity of OBC based HMA as a function of temperature and oil content  
*Viscosità di fusione di HMA a base di OBC in funzione della temperatura e del contenuto di olio*

impact on peel properties. Figure 7 shows the peel strength of the adhesives at 37°C as a function of oil content. At add-on levels of 4 and 3 grams the peel strength shows decreasing tendency as a function of decreasing add-on level. In case of 15% oil content the peel strength could not be measure due to a substrate failure. This indicates that the peel strength of this sample is higher than the others. At 2 grams of add-on level it seems that the oil level has minor influence on the peel values. Regardless the oil amount the peel strength was around 50 g/25mm. This means that at low adhesive add-on levels a hot melt with higher oil content would perform still as good as a formulation with lower oil content. Similar conclusions were drawn from the shear adhesion failure temperature results as well. Even though it is mainly dependent on the polymer and resin some difference is expected in the SAFT value. This was not the case in this study as the oil content did not have any influence on the SAFT at all.

The effect of the oil content on the rheology was predictable an in-line with the plasticising theories. Typically with the increase of plasticiser the material becomes softer therefore the storage and loss modulus decreases (Figure 8). With the higher oil content the  $T_g$  decreases. If the aim is resin replacement and the  $T_g$  is a key factor the resin selection plays a vital role. The  $T_g$  could be kept constant with an increasing oil content if the tackyfier resin is exchanged to another one with a higher  $T_g$ . The  $\tan\delta$  curves also show that the increasing oil content has no influence on compatibility and wet out behaviour, hence the melting point and open time decreased somewhat with the higher oil content.

## CONCLUSIONS

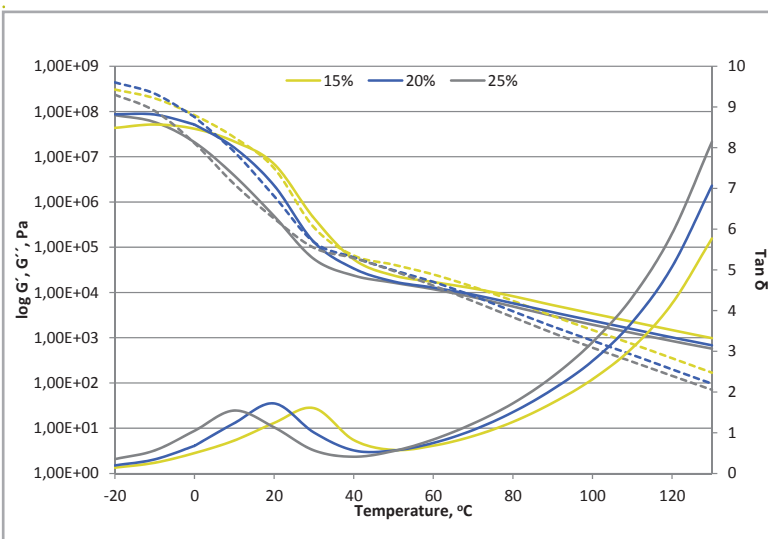
The study shows that naphthenic oils are highly compatible with mPO based hot melt adhesives. The performance of naphthenic oils in both EO and PP formulations is better than paraffinics. Mineral oils have minimal impact on the shear adhesion failure temperature and this property is mainly governed by the type of polymer and tackyfier resin. On the rheology curves higher modulus was observed for formulations with naphthenic oils, which is in-line with the peel adhesion results. In addition, higher wet out and better compatibility was also observed with naphthenic plasticisers. It was shown that the increasing oil content has no effect on the peel adhesion at low



**Fig. 7**  
Peel adhesion of OBC based HMA as a function of oil content  
*Adesione allo scollamento di HMA a base di OBC in funzione del contenuto di olio*

in aggiunta, un hot melt con superiore contenuto di olio continua ad offrire una prestazione soddisfacente come la formulazione contenente quantità di olio inferiori. Una conclusione simile è stata ricavata dai risultati relativi alla temperatura di degradazione dell'adesione allo scorrimento. Sebbene questa dipenda principalmente dal polimero e dalla resina, si anticipa la presenza di alcune differenze nel valore SAFT. Non è il caso di questo studio perché il contenuto di olio non ha in nessun modo influito sul valore SAFT.

Il ruolo del contenuto di olio sulla reologia era stato previsto in base alle teorie dell'effetto plastificante. Tipicamente, aumentando il plastificante, il materiale diventa più molle riducendone stoccaggio e modulo di perdita (fig. 8). Incrementando il contenuto di olio, la  $T_g$  diminuisce. Se l'obiettivo è la sostituzione della resina e la  $T_g$  è un fattore chiave, la selezione della resina gioca un ruolo determinante. La



**Fig. 8**  
Comparison of rheology of OBC based HMA with different oil contents  
*Confronto della reologia di HMA a base di OBC con differente contenuto di olio*

$T_g$  può essere mantenuta a livelli costanti incrementando la quantità di olio se la resina collante è sostituita da un'altra con  $T_g$  superiore. Le curve  $\tan\delta$  mostrano inoltre che la superiore quantità di olio non influisce sulla compatibilità e sulla risposta alla bagnabilità, quindi il punto di fusione e i tempi di ripresa si sono ridotti in una certa misura proporzionalmente agli incrementi del contenuto di olio.

## CONCLUSIONI

*In questo studio si dimostra che gli oli naftenici sono compatibili con gli adesivi ad alto punto di fusione a base di mPO. La prestazione di questi oli nelle formulazioni EO e PP è migliore di quella degli oli paraffinici. Gli oli minerali esercitano un impatto minimo sulla temperatura di degradazione dell'adesione a scorrimento e questa proprietà dipende in grande misura dal tipo di polimero e di resina collante. Sulle curve della reologia è stato osservato un modulo più marcato per le formulazioni contenenti oli naftenici, in linea con i risultati dell'adesione allo scollamento. Inoltre, sono state osservate migliori bagnabilità e compatibilità in presenza di plastificanti naftenici. È stato inoltre dimostrato che l'incremento della quantità di oli non influisce sull'adesione allo scollamento con ridotte quantità di olio in aggiunta e che ciò ha un impatto positivo sulle proprietà di trattamento (ad es. temperatura di applicazione). Di conseguenza, è possibile aumentare il contenuto di olio fino al 20-25% e nel contempo diminuire la quantità di resina collante. Tutto questo consentirebbe una riduzione dei costi durante il trattamento così come della formulazione.*

add-on levels and has positive impact on the processing properties (e.g. application temperature). Therefore, it is possible to increase the oil content up 20-25% and at the same time decrease the amount of tackifier resin. This would result cost reduction during processing and on the formulation as well.

### ABOUT THE AUTHOR

**Dr. Peter Kaali** is currently Technical Coordinator for the chemical industry segment of Nynas AB. He is the global technical contact for adhesives and polymers and responsible for the development of these applications. He obtained his Ph.D. in Polymer Technology from the Royal Institute of Technology (KTH), Stockholm, Sweden. Peter has several years of experience within the polymer industry. Previously, he was a Project Officer at Astute, a project aimed to support industrial growth in the region of South Wales. He was responsible for development of polymer and composite products for mainly the automotive, healthcare and aerospace industry.

**Dr. Peter Kaali** è al presente il coordinatore tecnico del segmento dell'industria chimica di Nynas AB in qualità di responsabile della divisione adesivi e polimeri oltre che dello sviluppo di queste applicazioni. Ha conseguito il Ph D in tecnologia dei polimeri presso il Royal Institute of Technology (KTH) di Stoccolma, Svezia. Vanta anni di esperienza professionale nell'industria dei polimeri. Precedentemente ha rivestito il ruolo di Project Officer di Astute, un progetto a sostegno della crescita industriale nel Galles meridionale. È stato responsabile per lo sviluppo dei prodotti compositi e dei polimeri destinati principalmente alle industrie automotive, dell'igiene personale e aerospaziale.