



COATING MATTERS | Poröse Substrate

Nonwovens, Textilien, Papier und Membranen sind Sonderfälle unter den Substraten für Flüssigkeitsbeschichtungen. Je nach den Anforderungen des Endprodukts muss die Flüssigkeit auf der Oberfläche des Substrats bleiben, es vollständig durchdringen oder irgendwo zwischen diesen beiden Extremen bleiben. Aber wie lässt sich der Flüssigkeitsstrom steuern, wenn sich die Flüssigkeit auf dem Substrat befindet? Der Schlüssel liegt in der Beschichtungstechnik und im Verständnis des Benetzungsverhaltens der Flüssigkeit.

Zur Beschichtung poröser Substrate kommen viele Methoden in Frage, aber die richtige Technik wird durch die Untersuchung des Flüssigkeitsstroms nach dem Auftrag ermittelt. Eine gespannte Bahn, bei der das Substrat über den Beschichtungskopf gespannt wird, sorgt für die tiefste Penetration, ohne eine Gegenwalze, die überschüssige Flüssigkeit aufnimmt. Der Direktauftrag kann aufgrund der engen Spalte und höheren Druckwerte am Beschichtungswulst für eine vollständige Penetration des Substrats mit der Flüssigkeit sinnvoll sein. Es ist jedoch auf Flüssigkeitsansammlungen auf der Gegenwalze zu achten. Beim Indirektauftrag (Kiss-Coating), bei dem die Flüssigkeit auf eine rückwärts laufende Auftragswalze aufgebracht wird, gelangt die Flüssigkeit mit minimalem Kontakt auf das Substrat. Dieser minimale Kontakt kann je nach Kapillar- und hydrodynamischen Kräften seinen eigenen Spalt haben. Curtain-Coating wird schon lange zur Beschichtung unebener Oberflächen genutzt und ist für poröse Substrate und höhere Maschinengeschwindigkeiten geeignet. Bei allen Beschichtungstechniken müssen die Porengröße und die Kapillarwirkung zwischen Flüssigkeit und Substrat berücksichtigt werden.

Und bei allen Beschichtungstechniken ist die Verdrängung von Luft an der Grenzfläche zwischen Flüssigkeit und Substrat nicht zu vergessen. Eine weitere Komplikation dabei ist die Tatsache, dass Luft das Substrat durchdringen kann. Dieses Phänomen ist ein ganz wichtiger Faktor bei Einrichtung und Betrieb der Beschichtungsmaschine. Luft ist schlecht. Wir sind ständig bemüht, Luft aus der Flüssigkeit und Lufteinschlüsse an der Grenzfläche zwischen Flüssigkeit und Feststoff zu entfernen. Wenn der Feststoff jedoch porös ist, kann Luft von der Rückseite eindringen.

Die hydrodynamische Strömung nach dem Aufbringen einer Flüssigkeit auf oder in ein poröses Substrat hängt von der Oberflächenspannung und Oberflächenenergie sowie der durch die Interaktion zwischen Flüssigkeit und Substrat erzeugten Kapillarwirkung wie auch der Porengröße und -form des jeweiligen Substrats ab. Rheologie und Morphologie spielen daher eine wichtige Rolle beim Verständnis des Flüssigkeitsstroms nach dem Auftragen. Der Flüssigkeitsstrom kann mithilfe einer rheologischen Analyse und von Mikroskopie für ein besseres Verständnis bildhaft dargestellt werden.





COATING MATTERS | Poröse Substrate

Eine rheologische Analyse gibt Aufschluss darüber, ob das viskose oder elastische Verhalten den Flüssigkeitsstrom steuert. Wenn das viskose Verhalten den Fluss regelt, kann die Kapillarwirkung der Flüssigkeit ihren Pfad in das Substrat dominieren. Wenn das elastische Verhalten vorherrscht, kann sich eine Brücke über den Poren bilden, sodass die Flüssigkeit oberhalb der Lücken im Substrat bleibt und nicht nach innen gezogen wird. Die rheologischen Eigenschaften lassen sich durch den Feststoffanteil weiter steuern. Mehr Lösungsmittel sorgt für mehr Penetration, weniger Lösungsmittel erlaubt neben der geringeren Penetration außerdem eine kürzere Trockenzeit im Ofen. Wenn ein höherer Feststoffanteil nicht möglich ist, können Füllstoffe hinzugefügt werden, die ebenfalls die Penetration reduzieren.

Auch die Morphologie, d. h. die physische Form des Substrats, spielt eine Rolle. Flachere poröse Substrate bieten eine größere Oberfläche und erlauben daher eine stärkere direkte Kapillarwirkung. Bei raueren porösen Substraten dagegen dauert es etwas länger, bis die Kapillarwirkung eintritt. Die Morphologie des Substrats sowie die Feststoffeigenschaften der Flüssigkeit können überlappende Gitter produzieren, die die Flüssigkeit suspendieren, sodass sie aushärten kann und nur wenig Flüssigkeit in die Poren gelangt. Zudem kann die Faserquellung an der Grenzfläche zwischen Flüssigkeit und dem Feststoff die Flüssigkeitsaufnahme und Beschichtbarkeit beeinflussen.

Zusätzlich zur Beschichtungstechnik, Rheologie und Morphologie ist eine Oberflächenbehandlung eine weitere Option. Die Regelung der Oberflächenenergie und Spannung von Substrat und Flüssigkeit kann dafür sorgen, dass die Flüssigkeit mehr auf dem Substrat bleibt und weniger eindringt. Je nach Substraten und Flüssigkeiten sind unterschiedliche Oberflächenbehandlungen erforderlich. Unter den Kräften, die die Flüssigkeitspenetration in das Substrat regeln, hat der Druck den größten Einfluss und die Kapillarwirkung den zweitgrößten. Der Druckstrom kann durch die Beschichtungstechnik reduziert werden, die Kapillarwirkung durch Chemie und Morphologie.

Neben der Interaktion an der Grenzfläche zwischen Flüssigkeit und Substrat muss außerdem die Kompressibilität des Substrats berücksichtigt werden. Die Verformung des Substrats (besonders bei Beschichtungstechniken mit hoher Proximität) kann zu unterschiedlicher Morphologie oder einem Druckstrom führen, was bei der Untersuchung der Rohstoffe nicht deutlich wird.

Bei der Beschichtung poröser Substrate ist also eine Menge zu berücksichtigen – Rheologie, Morphologie, Kapillarwirkung, Druckstrom, Oberflächenbehandlung, Kompressibilität des Substrats und Beschichtungstechnik. Jetzt sind Sie jedoch mit den nötigen Mitteln vertraut, um die Fertigung von Produkten mit porösen Substraten mit fundierten Methoden zu lösen.